KFAS
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
Kuwait Foundation for the Advancement of Sciences

1001 inventions ®
1001 اختراع

بنو موسى
وعلم الحِيَل



بنو موسى
وعلم الحِيَل

KFAS

1001 inventions ®
إختراع

بنو موسى وعلم الحيل
إصدار ألف اختراع واختراع 1001 Inventions Ltd, UK
الطبعة الأولى 2018

Arabic reinforced library binding ISBN:978-0-9956135-3-9

فريق ألف اختراع واختراع:
إنتاج: أحمد سليم وشذا الشنان
رسوم: علي عمر
تأليف وتحرير: شذا الشنان
مراجعة وتدقيق علمي: الأستاذ الدكتور مصطفى موالدي
معهد التراث العلمي العربي، جامعة حلب
مراجعة المحتوى: غنوة معماري
تدقيق لغوي: هيام حافظ محمد
تصميم: D-Design for MSG Intl

فريق مؤسسة الكويت للتقدم العلمي:
مراجعة علمية: د. ليلى الموسوي
تدقيق لغوي: فادي بدارنه
متابعة وتنسيق: محمد الحسن، عبدالله المهنا، دانيا حداد، منى التلمساني

أعدّ هذا الكتاب بالتعاون مع وبتمويل من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي.

تتوجه ألف اختراع واختراع بالشكر لكل من أسهم في إنجاز هذا العمل.

www.banumusa.com

المحتوى



بنو موسى:
فريق علمي متميّز

بنو موسى بن شاكر هم ثلاثة إخوة نشأوا في بغداد في القرن الثالث الهجري/التاسع الميلادي، إبّان العصر الذهبي للحضارة الإسلامية: أكبرهم محمد، وكان مختصّاً بعلم الفلك وله اهتمامات علمية أخرى واسعة، وأوسطهم أحمد وكان شغوفاً بعلم الميكانيك، أمّا أصغرهم الحسن فقد كان مولعاً بالرياضيات. وكان لإسهاماتهم الفعّالة والحيوية في الحركة العلمية والثقافية في بغداد أثر عظيم. فقد سمح لهم شغفهم العلمي وتنوّع اختصاصاتهم بأن يشكّلوا فريقاً علمياً معرفياً متكاملاً، فتعاونوا في مهامهم البحثية لإتمام مشروعاتهم الهندسية التطبيقية المهمّة ووضع مؤلفات علمية مُوقّعة باسم فريقهم الملقّب اختصاراً، بني موسى. ولهم أكثر من عشرين مؤلّفاً في مجالات الرياضيات والفلك والميكانيك أشهرها كتاب الحِيَل.

نعم الحِيَل! هل لكم أن تخمّنوا عن أي نوع من الحيل يتحدّث الكتاب؟

يُقال: "سيماهم في وجوههم"، برأيك، هل يدلّ نوع الاختصاص على صاحبه؟ يا ترى... أيّ الثلاثة محمد وأيّ منهم أحمد وأيّهم الحسن؟

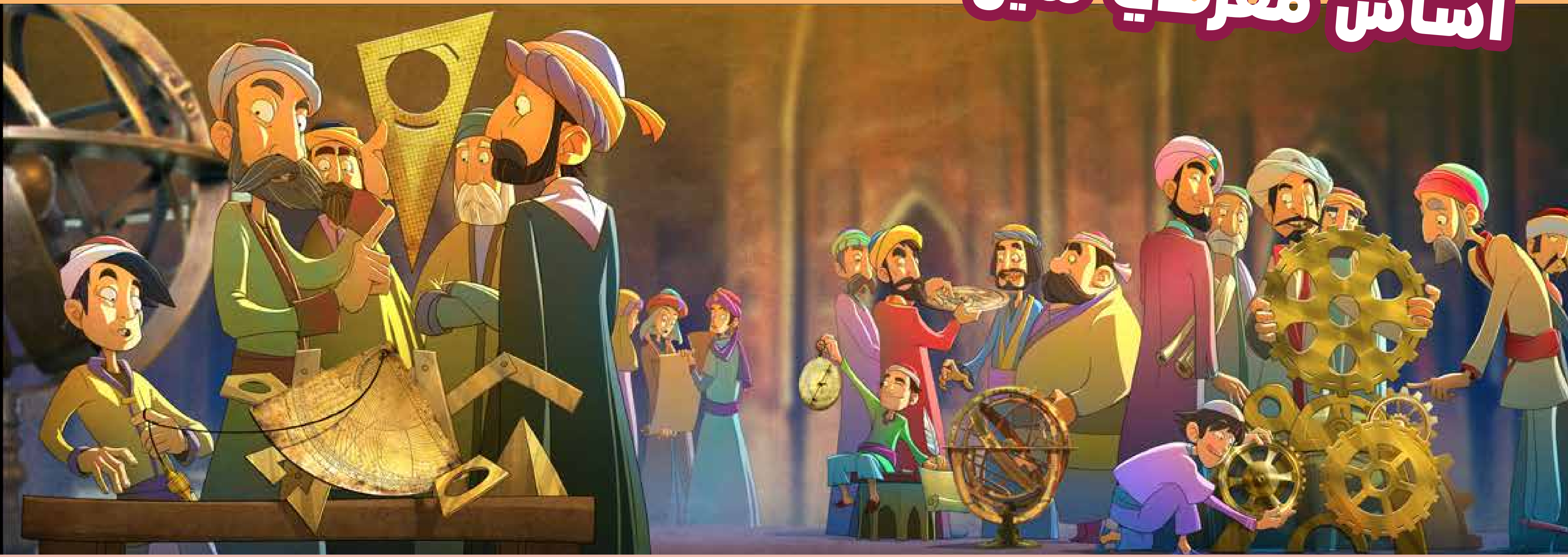


الإخوة بريشة رسّام معاصر

معلومة ممتعة

لا نعرف تاريخ ميلاد أي من الإخوة بني موسى، لكنّنا نعرف أنّ أكبرهم، محمد، توفي عام259هـ/873م عن عمر ناهز الـ 70عاماً. ربما كان للشغف بالعلم دور في إطالة العمر!

أساس معرفيّ متين



نال الإخوة الثلاثة رعاية واهتماماً بالغين في بغداد. فقد كان والدهم المُنجّم وعالم الفلك موسى بن شاكر صديقاً مقرّباً للمأمون، وبعد وفاته تولّى الخليفة المأمون رعايتهم فأودعهم بيت الحكمة وشجّعهم في تحصيلهم العلمي والمعرفي.

هناك تلقّى محمد وأحمد والحسن تعليماً ممتازاً وتأهيلاً عالياً، وأقبلوا على دراسة العلوم القديمة بجدّ وهمّة، مستفيدين من خبرات العلماء والباحثين ونقاشاتهم ومناظراتهم في علوم الرياضيات والهندسة والميكانيك والموسيقى والفلك.

الاحتكاك اليومي مع العلماء وفّر لهم فرصة نادرة لإشباع فضولهم العلمي بالأسئلة الكثيرة والاستفسارات حول تفاصيل دقيقة تتعلّق باهتماماتهم، ودفعهم للتخصّص والإبداع العلمي كلّ في مجاله، ساعدتهم في ذلك روح الدعابة التي تحلّوا بها، وقدرتهم على العمل الجماعي كإخوة، والتعاون مع غيرهم من أصحاب الاختصاصات المتنوعة.

معلومة ممتعة

عرفت بغداد مركزاً علمياً وبحثياً مهمّاً في عصر بني موسى هو بيت الحكمة. عمل فيه كثير من علماء ذلك العصر بالبحث والتأليف والترجمة، فشاركوا بمناظرات وقاموا بتجارب وتناولوا نظريات علمية تباحثوا حولها. كذلك ضمّ بيت الحكمة مكتبة ضخمة احتوت على كتب كثيرة بلغات عدّة جُلبت من أصقاع العالم كافة، وقد وصلنا منها القليل مما أُنقذ بعد دمار مدينة بغداد في القرن السابع الهجري/الثالث عشر الميلادي.

مناخ إبداعي مُحفِّز

ترعرع بنو موسى وشبّوا في جوّ يسوده الإبداع والابتكار، ويُشجَّع فيه المهتمون بالعلم من كلّ الأجناس والمعتقدات والأعمار. فقد كانت بغداد حينها عاصمةً للعلوم والثقافة والمعرفة؛ كثرت فيها المكتبات الخاصة والعامة، وحضر إليها ألمع العلماء والباحثين والمفكرين من مختلف أرجاء العالم، للبحث والعمل وتبادل المعارف. وقد عُرف حكّامها والمقتدرون فيها برعايتهم للعلم عبر تمويلهم كلَّ ما يتعلق بالنشاط المعرفي بسخاء لا نظير له.

انخرط بنو موسى في تلك الحركة العلمية والفكرية وشُجّعوا على إظهار إبداعاتهم العلمية الكثيرة، وعلى المشاركة في مشروعات هندسية ومهمّات علمية هادفة، كتكليفهم مع فريق علمي من قِبل الخليفة المأمون بالتحري والتحقّق من دقّة قياس القدماء لمحيط الأرض المعروف حينها. ولإتمام تلك المهمّة توجّهوا مع فريق كبير أولاً إلى صحراء سنجار ثمّ إلى سهل الكوفة، أكثر الأمكنة استواءً في الجوار، وفيهما أجروا عدّة عمليّات حسابية لمقارنة البيانات التي تمّ جمعها، مستفيدين من معرفتهم بقياس الزوايا وعلوم الهندسة و الفلك والأرصاد.

هل وفّقوا في مهمتهم هذه؟

وهل كان لتنوع اختصاصاتهم دور إيجابي في نجاحهم يا ترى؟



عطاءٌ فكري مُؤثّر

كانت بغداد مركزاً لنقل المعارف القديمة إلى العربية؛ أيّ ترجمتها. ثُمّ دراستها والتحقّق منها ونقدها وتنقيحها وصقلها والإضافة عليها، وقد لعب بنو موسى دوراً فعالاً في تلك الحركة العلمية. فبعد أن ازدادت شهرتهم وثروتهم واتّسعت اهتماماتهم العلمية، وظّفوا بعض ثروتهم في دعم النشاط العلمي والفكري وشجّعوا غيرهم من العلماء والباحثين. وكأمثالهم من محبي العلم، حرصوا على تمويل اقتناء أمّهات الكتب التي أنتجتها الحضارات القديمة؛ الإغريقية والهندية والصينية والفارسية والمصرية القديمة والآرامية وترجمتها وتعريبها، خصوصاً تلك المتعلّقة بالرياضيات والميكانيك والفلك؛ فتعاونوا مع عدد من المترجمين منهم: حنين بن إسحق العبادي وثابت بن قرة.

كلمة ميكاني الإغريقية mechane التي تعني آلة؛ وتشير إلى الرّافعة الخشبية التي كانت تُستخدم في المسرح لتنفيذ خدع مسرحية كرفع الممثلين في الهواء تُرجمت إلى حيلة.

هل ذكّرتكم كلمة حيلة بشيء؟

معلومة ممتعة

شهدت مدينة طُليطلة في الأندلس في القرن السادس الهجري/الثاني عشر الميلادي حركة ترجمة أخرى واسعة، لكن هذه المرة من العربية إلى اللاتينية بدأ من خلالها انتقال المعارف من العالم الإسلامي إلى أوروبا.



علم الحِيَل

علم الحِيَل أو الميكانيكا هو الاسم القديم لعلم الميكانيك، الذي يهتمّ بصناعة الآلات وتشغيلها ووظائفها. وقد ارتبط اسم بني موسى بهذا العلم لبراعتهم فيه، فقد جمعوا عدّة تقنيّات في أجهزتهم وآلاتهم، بعضها كان معروفاً فصقلوه وطوّروه ببراعة وذكاء، وبعضها الآخر كان تقنيات جديدة. كان الهدف من صنعها مساعدة الناس في أداء أعمالهم اليومية الروتينية أو الصعبة، أي تلك التي تحتاج إلى قوة عضلية كبيرة، وكان العديد منها مُبهراً.

ولكن لماذا استُخدمت كلمة حيلة يا ترى؟
هل هناك خِداع أو سحر من نوع ما في هذه الأجهزة؟





إنّه سحر علم الحِيَل الذي يعتمد على تطبيق مبادئ ونظريات العلوم الأساسية كالفيزياء والرياضيات لاكتشاف تقنيّات جديدة في صناعة أجهزة وآلات مفيدة.

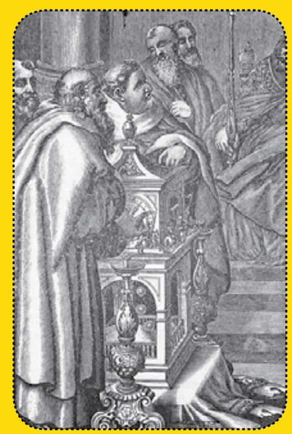
معلومة ممتعة

على الرغم من أنّ المعنى السائد للحيلة هو الخدعة والمكيدة، فإنها باللّغة العربية تعني أيضاً الحذق والوسيلة والإمكانية والقدرة على التصرف في الأمور. فالشخص واسع الحيلة هو الماهر في تدبر أموره. فحين يُقال: "ما باليد حيلة" أي لا يمكن للإنسان عمل شيء أو أنّه فقد كلّ وسيلة لعمل شيء.

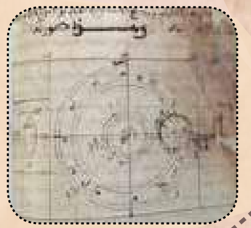
مشاهير علم الحِيَل

لم يكن بنو موسى أول من اهتم بعلم الحيل أو الميكانيك وأبدع فيه، فقد سبقهم العديد من الشعوب القديمة كالصينيين والمصريين القدماء والإغريق وعدد من علماء الحضارة الإسلامية. وألهمت إسهاماتهم العديد من المهتمّين بهذا العلم بعدهم، فلنتعرّف على بعضهم:

ساعة بـ 12 فارساً من بغداد إلى آخن

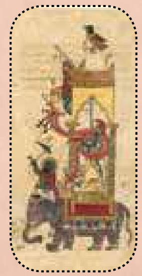


في أواخر القرن الثامن الميلادي، أهدى الخليفة هارون الرشيد (والد المأمون) ساعة مائية ميكانيكية عجيبة مع مجموعة من الهدايا إلى شارلمان ملك الفرنجة، "قارله" كما سماه العرب، في آخن الواقعة في ألمانيا اليوم. وكان من عادة الخلفاء والملوك تبادل الهدايا لتوطيد العلاقات الدبلوماسية بينهم من جهة، وليظهروا مدى قوة وتطوّر بلادهم من جهة أخرى. وقد أثارت هذه الساعة دهشةً واستغراباً في بلاط شارلمان، ففي الساعة كرات نحاسية تتساقط على صنج عند تمام كلّ ساعة فيُسمع لها رنّة موسيقية عالية. وفيها أيضاً 12 نافذة (شبّاكاً) تُفتح تلقائياً عند تمام كلّ ساعة؛ فيخرج من كلّ واحدة منها فارس على حصان ثمّ يعود إلى مكانه وتُغلَق النافذة خلفه. وقد ظنّ مَن في بلاط شارلمان أنّ في الأمر سحراً.



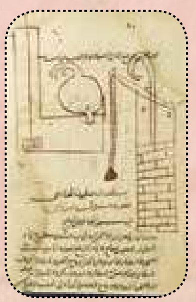
أحمد أو محمد بن خلف المرادي
(القرن 5هـ/11م، قرطبة)

استغربتم أنّ له اسمين؟
لم يظهر الحرف الأول من اسمه بوضوح في المخطوطات القديمة التي وصلتنا. ألّف كتاب الأسرار، ووضع فيه تصاميم لآلات مدهشة فيها أجزاء تتحرّك وتلفّ وتدور من ساعات مائية وألعاب ورافعات وآلات حربية.



بديع الزمان أبو العز إسماعيل الجزري
(القرنان 6-7هـ/12-13م، ديار بكر)

ربما سبق أن سمعتم بساعة الفيل التي صمّمها؟
لقد أبدع الجزري في تصميم الآلات الميكانيكية والهيدروليكية والمضخات والساعات المائية، والعديد منها أجهزة ذاتيّة الحركة والتحكّم. من أهم ابتكاراته تطوير استخدام ذراع التدوير وعصا الوصل (الكرانك) التي سبق أن استخدمها بنو موسى. من أهم مؤلفاته كتاب الجامع بين العلم والعمل النافع في صناعة الحيل.



المظفّر الإسفزاري (القرن 6هـ/12م، خراسان)

اهتم بعلم الأثقال وعلم الحيل، أي الميكانيك النظري والتطبيقي، وألّف كتباً في الرياضيات والميكانيك منها كتاب مجموع الحيل الذي يتضمّن ملخصات وتحريراً لكتابات عن الميكانيكا الإغريقية والعربية بما فيها كتاب الحيل لبني موسى.



تقي الدين بن معروف الدمشقي (القرن 10هـ/16م، ولد في دمشق وتوفي في إسطنبول)

برع في علم الفلك وعلم الحيل وصناعة الساعات. من أهم كتبه كتاب الطرق السنية في الآلات الروحانية. وصف فيه ساعات وآلات لجر الأثقال ومضخات ونوافير ماء وآلات كثيرة أخرى.

كتاب الحِيَل

يُعدّ هذا الكتاب من أشهر مؤلفات بني موسى الذي عُرف بين الناس بحِيَل بني موسى. وصف فيه الإخوة الثلاثة 100 جهاز ميكانيكي بشروح تفصيلية ورسوم توضيحية لطرائق تركيبها وصنعها وتشغيلها ووظائفها.

يا ترى ما أنواع الأجهزة التي يحتويها الكتاب ولأي غرض صمّموها؟

في كتابهم وصف لأباريق تختلف طريقة عملها باختلاف طريقة تحكّم المستخدم بها، وجِرار تُصبّ فيها سوائل متنوعة فلا تختلط، وأخرى تُصبّ منها كميات محددة من الماء تلقائياً بانتظام، وفوانيس لا ينقص زيتها، ونوافير تغيّر أشكالها تلقائياً، وتماثيل تتصرف كأنّها ترى، وأحواض لسقاية المواشي لا ينقص ماؤها، إضافة إلى جهاز لرفع الأغراض الملقاة في قيعان الآبار والأنهار، وصفارة تصدر صوتاً إذا ما غطست في الماء وغيرها كثير من الأجهزة.

في اختيار تلك الأجهزة وآليّة عملها كثير من الذكاء والمعرفة العلمية الميكانيكية، وهذه صفات تميّز بها بنو موسى، خصوصاً أوسطهم أحمد.



تُقدّم بعض الأجهزة حلولاً عملية مفيدة ونافعة تساعد الناس في حياتهم اليومية، أمّا بعضها الآخر فهو مُبهر للناظر كأنّها من صنع ساحر. لقد قدّم بنو موسى في تصاميمهم أجهزة سحريّة الظاهر تعتمد في جوهرها على سحر العلوم الأساسية بمبادئها وقوانينها، كمبادئ علم سكون السوائل ومبادئ علم حركة الهواء والمبادئ المتعلّقة بأعمدة المرافق والصمّامات ذاتيّة التشغيل.

ألغاز بني موسى

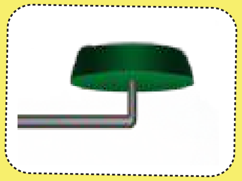
انصبّ اهتمام بني موسى على الميكانيك التطبيقي؛ أي على صنع الأجهزة وتجريبها وتعديلها. ويبدو ذلك واضحاً في كتابهم، فعند البدء بالحديث عن كلّ جهاز يقولون: "نريد أن نبيّن كيف نعمل (أي نصنع)..." ويذكرون ما هو الجهاز ثمّ يتابعون وصفه وآليّة عمله وطرق تشغيله.

تعاريف:

العلم التطبيقي: هو استخدام المعارف النظريّة في تطبيقات لحلّ مشكلات عمليّة. فالاختراعات والتقنية الهندسية هي في أغلبها تطبيق لمبادئ في العلوم الأساسية (الطبيعية) كالرياضيات والفيزياء وغيرها.

ماذا لو لم يشرح الإخوة كيفية صنع وآليّة عمل كلّ جهاز، هل تعتقدون أنّ بإمكانكم اكتشاف آليّة عمله بأنفسكم؟

قد تحتاجون إلى معرفة بعض الأسرار التي أخفاها بنو موسى داخل أجهزتهم أولاً، فقد كان لها وقع مدهش يثير العجب؛ لنتعرّف على بعضها:

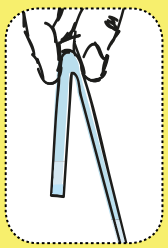


السدّادة/الصمّام: تُستخدم في خزّانات الماء والوقود. غالباً ما تكون متّصلة بعوّامة تسحبها أو تدفعها؛ فتفتح أو تُغلق (أي تسدّ) الثقب الذي يدخل أو يخرج منه الماء أو الوقود بطريقة تلقائيّة.





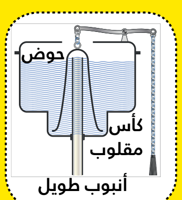
العوّامة: تُسمّى في بعض اللهجات فوّاشة أو طوّافة. وقد يُذكركم الاسم بالطوق الذي يلبسه الأطفال الصغار في المسابح، وهذه العوّامة شبيهة به. فهي كرة عائمة تطفو على سطح السائل، تعمل كمؤشر؛ فتدلّ على مستوى السائل داخل الحوض، ومهمتها الأساسية إغلاق الصمّام عند امتلاء الحوض.



السيفون/المَثعب/السحّارة: الأسماء الثلاثة تشير إلى مجموعة أنابيب ذات أشكال وأنواع متعددة؛ منها المعقوف على شكل شبيه بحرف M أو حرف V مقلوباً، ومنها له غطاء شبه مفتوح، ولكلّ شكل اسم كالسحّارة المخنوقة أو السيفون المتمركز. يمكن بواسطته نقل سائل من مستوى معين إلى مستوى منخفض ومن وعاء إلى آخر.

ما القوة التي تنقل السوائل في السيفون يا ترى؟

كيف تعمل السحارة المخنوقة (كأس العدل)



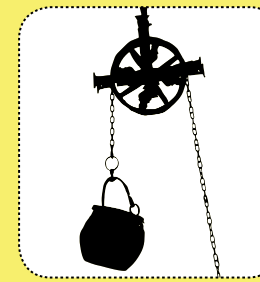
انظروا وتأمّلوا هذا الشكل وفيه تظهر ثلاثة أجزاء: حوض، وأنبوب طويل يمرّ عبر الحوض، وكأس مقلوب يغطيه. عندما نصبُّ الماء في الحوض، فإنّه يرتفع فيه ليصل إلى مستوى أعلى الأنبوب، فإذا زاد الصب ونزلت من الأنبوب ولو نقطة واحدة من الماء فإنّه يتدفّق بشكل مستمر وسريع في الأنبوب إلى أن ينخفض مستوى الماء في الحوض إلى مستوى فم الكأس المقلوب. تجدون صعوبة في تصديق ذلك؟ لم لا تُجرّبون صنعه بأنفسكم مستعينين بالإرشادات في الصفحتين 58 و 59.

المسنّن/الترس:



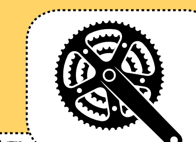
جسم إطاره الخارجي مسنّن ذو أحجام وأشكال مختلفة. لا بدّ أنّكم شاهدتم مسنّنات خفاقة البيض اليدوية، أو مسنّنات الدرّاجة الهوائية؛ الأقراص المستديرة والحبل الدائري المرن (السير) التي تترابط أسنانها لتسهيل نقل الحركة المطلوبة.

البكرة:



أداة على شكل عجلة خشبية أو حديدية تدور حول محور ثابت ويلتف حول محيطها حبل, تساعد في تقليل القوة اللازمة لرفع الأثقال. نراها في بعض الرافعات اليدوية البسيطة، أو فوق الآبار القديمة.

ذراع التدوير وعصا الوصل/ذراع تشغيل المحرّك/الكرانك:

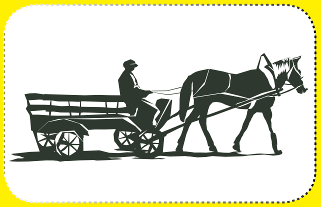




لا بدّ أنّكم شاهدتموها كثيراً في حياتكم اليومية. سبق أن استعملتم المبراة (البرايّة) اليدوية التي فيها ذراع تدوير يدوية بسيطة تحوّل الحركة الدائرية إلى مستقيمة وبالعكس وتنقلها. كما أنّها موجودة في معظم الآلات والمحرّكات كالسيارات والقطارات وغيرها.

لماذا تُعتبر ذراع التدوير مكوّناً أساسياً في تحريك الآلات اليوم؟

القوة المحرّكة



استعمل بنو موسى نموذجاً بسيطاً من ذراع التدوير في بعض أجهزتهم. وقديماً كان تحريكها يتمّ بقوة الدفع الناتجة عن الحركة اليدوية أو حركة الهواء والريح أو حركة الماء والسوائل. وفي علم الميكانيك الحديث تطوير ذراع الوصل مستمر مع استثمار هذه القوى وأخرى جديدة كالبخار والاحتراق والكهرباء كما في القطارات والسيارات.

حسناً، قد تعرّفتم الآن وصف معظم الأدوات المستخدمة في هذه الحيل ووظائفها.

في الصفحات التالية عرض لعدد من أجهزة حيل بني موسى، هل أنتم مستعدون لخوض التحدي ومحاولة حل ألغاز هذه الحيل وآليّة عملها؟ حاولوا أن تخمّنوا طُرق تشغيلها. لمساعدتكم في مهمتكم وضعنا الشرح الذي قدّمه الإخوة محمد وأحمد والحسن لستة منها، ربما تدفعكم قراءة تفاصيل آليّة عملها وطرق تشغيلها إلى محاولة صنعها بأنفسكم!

حاولوا أيضاً أن تخمّنوا هدفهم من صنع كلّ من هذه الأجهزة؛ أهو لتقديم خدمة مجتمعيّة، أم لتسهيل حياة الناس، أم للتسلية والإبهار؟

الحوض السحري

هذا الحوض سحري بآليّة عمله، وساحر بما يقدّمه من خدمة للمجتمع.

تخيّلوا أنّكم في قرية صغيرة فيها نهر جارٍ يصعب على الناس والمواشي وغيرها من الحيوانات أخذ الماء منه مباشرة. ماذا تقترحون كحلّ لمساعدتهم؟ أجل، بناء سد أو قنوات مائية مغطاة تجرّ مياه النهر هي أفكار جيّدة، إلّا أنّ حلّ بني موسى كان أقلّ تكلفة وجهداً من بناء سد أو حفر قناة. فقد استخدموا حيلة ذكية مبتكرة، إذ وضعوا حوضاً قُرب النهر كلّما نقص منه ماء يملأ نفسه تلقائياً، بحيث يبقى منسوب الماء فيه عالياً.

عجيب.. حوض يمتلئ بنفسه من دون أن يفيض؟
كيف يعرف متى عليه أن يملأ نفسه؟



قد تساعدكم معرفة المكونات السحرية التي استخدمها أبناء موسى في تصميمهم على إيجاد إجابة، لنرَ ما هي:

1. صمّام/صنبور/حنفيّة. نعم، شبيهة بتلك الموجودة في حمّام المنزل من حيث مبدأ عملها.
2. ذراع تدوير. أصبحتم تعرفون ما هي الآن، مهمتها تحويل الحركة الدائرية إلى حركة مستقيمة وبالعكس.
3. عوّامة.

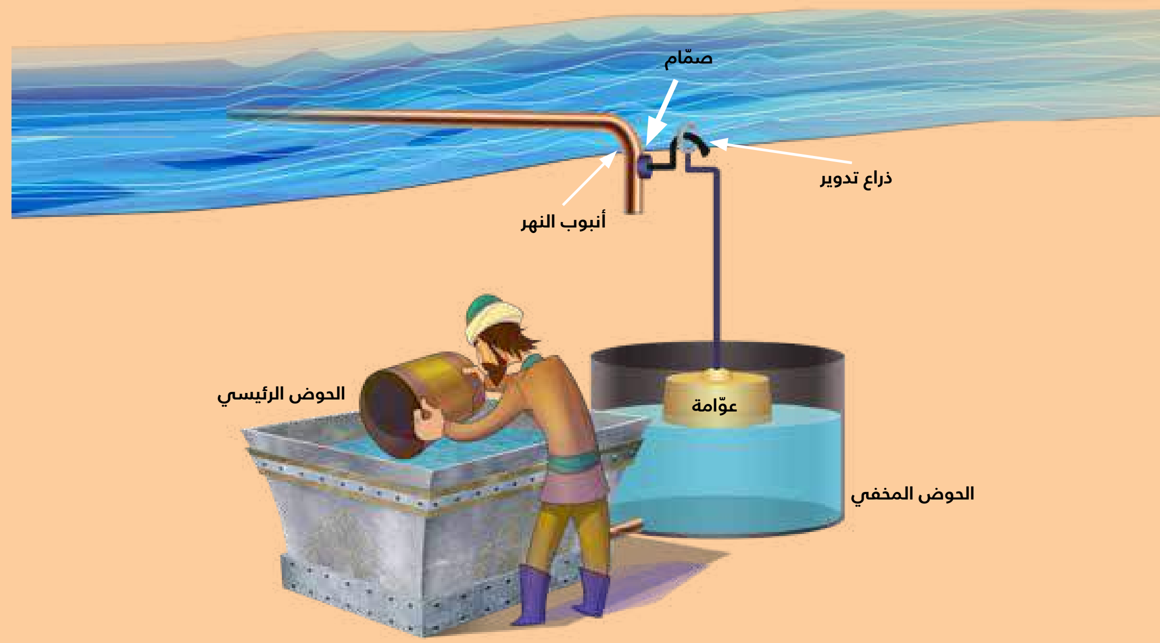
هل صار لديكم تصوّر أفضل لما يُمكن أن تكون "الحيلة" التي استخدمها الإخوة الثلاثة؟ لنكتشفها معاً:



الحوض الذي يبدو في الصورة لم يكن الحوض الوحيد على طرف النهر، إذ أخفوا خلفه حوضاً آخر.

فقد وضعوا أنبوباً يصل الحوض المخفي بالحوض الرئيسي، وكذلك وصلوا الحوض المخفي بالنهر عن طريق أنبوب آخر (أنبوب النهر)، بحيث ينتقل الماء إليه من النهر.

بعد ذلك وضعوا الصمّام بحيث يتحكّم بأنبوب النهر، أي أنّه يتحكّم بتدفق الماء من النهر إلى الحوض المخفي.



لكن يا ترى من يتحكّم بفتح الصمّام وإغلاقه؟

وصلوا الصمّام بذراع تدوير. ومن الطبيعي أنّه كلّما تحرّكت ذراع التدوير يدور الصمّام معها فيفتح أو يغلق.

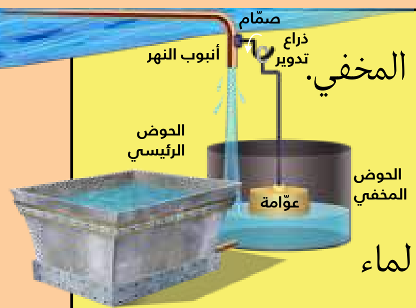


تذكروا أنّ ذراع التدوير تحوّل الحركة الدائرية إلى مستقيمة وبالعكس. ولكن ما الذي يحرّك الذراع؟

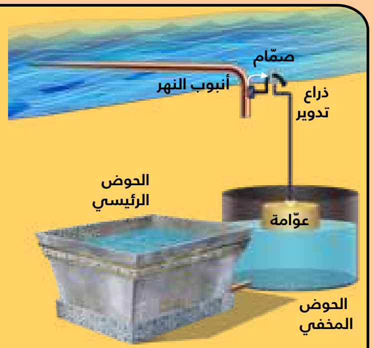
إنّه المكوّن السحري الثالث: العوّامة التي وضعوها في الحوض الثاني؟

حسناً، كيف يعمل هذا الجهاز إذاً؟

عندما يأخذ شخص ما ماءً أو يشرب حيوان من الحوض الرئيسي، فإنّ منسوب الماء فيه ينقص، ولكن سرعان ما يعوّض الحوض المخفي تلك الكمية عن طريق الأنبوب الواصل بين الحوضين.



إذن، في هذه الحالة ينقص منسوب الماء في الحوض المخفي.
ماذا يحدث للعوّامة عند انخفاض منسوب الماء؟
تهبط تدريجياً وتحرّك بنزولها ذراع التدوير التي تحرّك بدورها الصمّام فتفتحه؛ مما يسمح لماء النهر بالتدفّق إلى الحوض المخفي.



ما الذي يحدث للعوّامة عندما يمتلئ الحوض المخفي؟
صحيح، ترتفع وتعود لتطفو على سطح الماء في ذلك الحوض كما كانت في الأصل؛ ممّا يحرّك الصمّام مرة أخرى ويغلقه.

فكرة بسيطة وخلّاقة، ألا توافقون؟

هل لكم أن تذكروا أحد الأجهزة التي تعمل بالطريقة نفسها وتوجد في معظم المنازل والأماكن العامة؟ (تلميح: عادة ما توجد في الحمّامات).

الإبريق المزاجي

في هذا الجهاز حيلة عجيبة قد ينفع استخدامها لإبهار أصدقائكم.

إبريق مزاجي يصبُّ الماء لمَن يروق له، ولا يصبّه لمَن لا يعجبه. وقد رأى بنو موسى أنّه يصلح للاستعمال كإبريق الوضوء.



فهل للأباريق أحاسيس مثل البشر تستلطف البعض دون الآخر؟ أم في الإبريق نوع من الذكاء يتمكّن به من الملاحظة والتحليل والاختيار؟

ما السر يا ترى؟



كلّ ما في الأمر أنّ الإخوة الثلاثة وظّفوا بعض مبادئ الفيزياء في تصميم الإبريق، واعتمدوا على مبدأ كأس العدل أو السيفون المتمركز المتعلق بدخول الهواء إلى الإبريق.



لنرَ ما اللغز المتعلق بدخول الهواء:

هل سبق أن حاولتم إخراج صلصة الطماطم (الكتشب) المعبّأة في زجاجة خصوصاً عند فتحها للمرة الأولى؟



الأمر بالغ الصعوبة في أغلب الحالات، خاصة إذا كنتم تحاولون إخراج الصلصة والزجاجة رأساً على عقب. ولكن إن حاولتم خضّ الزجاجة وهي في وضع مائل بنحو 45 درجة؛ فستتدفّق الصلصة. هل سبق أن تساءلتم عن السبب؟ عند إمالة الزجاجة يتسرّب الهواء عبر فتحتها؛ فينساب السائل بكمية تعادل كمية الهواء الذي دخل الزجاجة. أمّا عندما تكون في وضع عمودي فإنّ دخول الهواء يصبح أصعب وانسياب السائل كذلك. إذ إنّ السائل يشكّل قوة ضغط باتّجاه فتحة الزجاجة تقابلها قوة ضغط الهواء خارج الزجاجة، وعند إمالة الزجاجة يَحدث خلل في توزع قوة الضغط على سطح السائل؛ فيدخل الهواء. ولهذا تمّ ابتكار طُرق أخرى لتسهيل صبّ الصلصة كاستعمال عبوات بلاستيكية تسمح لنا بالضغط على السائل لإحداث الخلل.

إذن، نستنتج أنّ دخول الهواء إلى وعاء مغلق فيه سائل ضروري لخروج السائل من الوعاء. لا بد أنّ فهم طريقة عمل الإبريق صارت أسهل الآن.

فلننظر في تفاصيل ما فعله بنو موسى، فقد فكّروا بذكاء وأضافوا إلى التصميم ثلاثة عناصر مهمة:



1 مجموعة من الأنابيب في أعلى الإبريق عند مكان صبّ الماء فيه مهمتها منع الهواء من دخول الإبريق عند تعبئته.

2 كأس العدل في بلبلة الإبريق، وهي القناة التي نسكب منها الماء، لأنّ كأس العدل يمنع الهواء من الدخول إلى الإبريق عند صبّ الماء منه.

3 عروة، أي مقبض، الإبريق.

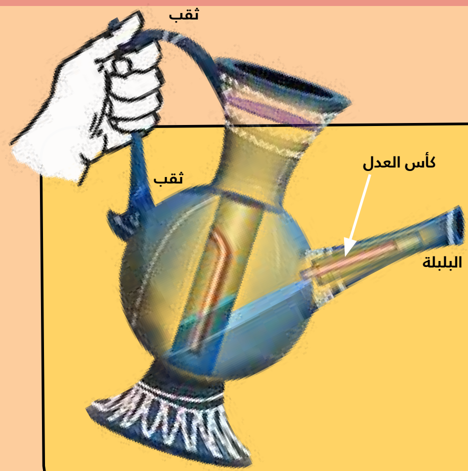
فكيف، إذاً، يستطيع الإبريق أن يصبّ الماء لمن يروق له؟



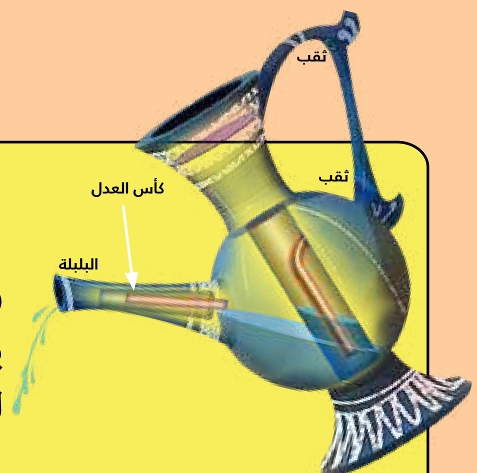
لننظر إلى عروة الإبريق: العروة مجوّفة (أي فارغة من داخلها) وفيها ثقب عند نقطة اتصالها ببطن الإبريق، وثقب آخر خفي في أعلاها تقريباً، والحيلة كلّها فيه.



هل صارت لديكم صورة أوضح عن طريقة عمل هذا الإبريق المزاجي؟



عندما لا يروق الشخص لمن يحمل الإبريق، فإنّه يسدّ بإصبعه - سراً - الثقب الصغير في أعلى العروة، ومن ثمَّ يمنع الهواء من دخول الإبريق، فلا يخرج الماء منه.



وعندما يُعجَب حامل الإبريق بأحدهم، يرفع إصبعه عن الثقب الصغير؛ فيخرج الماء من مكان الصّب.

فمَن المزاجيّ في هذه الحالة؟ حامل الإبريق بالطبع وليس الإبريق نفسه.



هل هناك تطبيقات لمبدأ عمل هذا الإبريق في حياتنا اليوم؟

الجرّة الصديقة للبيئة

كان المهندسون في الحضارة الإسلامية على وعي بأهمية الحفاظ على الموارد الطبيعية، فهي أمانة بين أيدي البشر.



لا بدّ أنّكم تفكّرون الآن بالأجهزة العديدة في حياتكم اليومية التي تهدف إلى ترشيد استهلاك الطاقة من ماء وكهرباء ووقود. جرّة بني موسى هذه لا تختلف كثيراً عن تلك الأجهزة من حيث الهدف الذي صُمّمت من أجله.

تعاريف:

ترشيد الاستهلاك: اتباع أساليب ووسائل لاستخدام الموارد كالماء والوقود والكهرباء بشكل أمثل، بحيث لا تُهدر بل تُستخدم عند الحاجة وبالقدر اللّازم.

صمّم بنو موسى هذه الجرّة بحيث يخرج الماء منها بمقدار محدّد عند فتح البزّال، أي الصنبور، ثمّ ينقطع، وبعد فاصل زمني معين ينساب الماء مجدّداً. يتكرّر الأمر حتى يفرغ محتوى الجرّة من الماء.

أصبتم، هذا الأمر يُشبه ما نراه في مغاسل الحمّامات العامة الحديثة ورشّاش الاستحمام في المسابح.

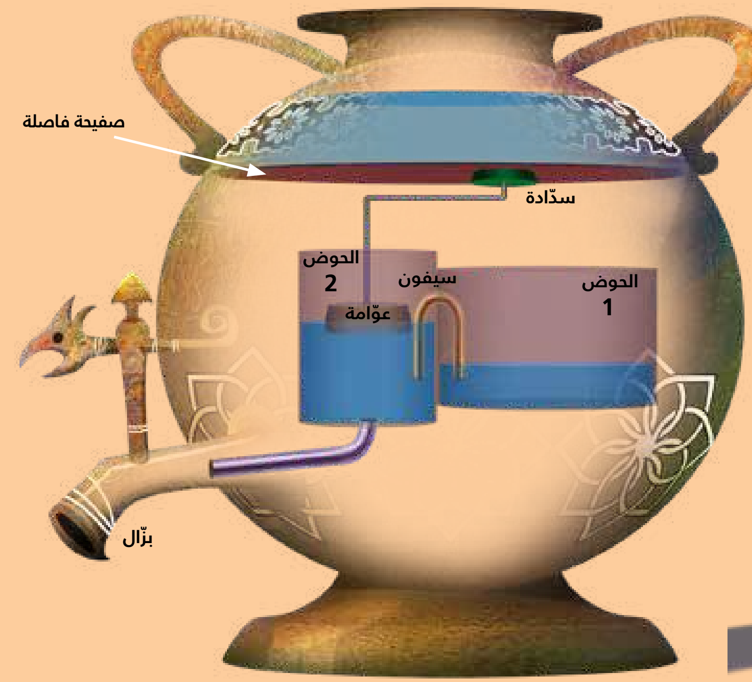
لكن هل تعمل بالآليّة نفسها التي اتبعها بنو موسى في أجهزتهم. أم أنّ المبدأ المُستخدم مختلف؟

تعتمد المغاسل الحديثة على حساسات ضوئية في عملها. لمَ لا تستعينون ببعض المصادر الرقميّة الموثوق بها لتكتشفوا طريقة عملها؟

صار واضحاً أنّ أسرار الإخوة أبناء موسى هي مبادئ علمية مخفيّة داخل أجهزتهم. لنرَ بعض التفاصيل الداخلية لهذه الجرّة وممَّ يتكوّن تصميمها.

1. سدّادة.
2. عوّامة.
3. صفيحة فاصلة لتفصل الجرّة إلى جزأين: علوي يعمل كخزّان، وسفليّ فيه حوضان.
4. أنبوب معقوف، أي سيفون يصل بين الحوضين في جسم الجرّة.

هل ساعدكم الرسم التوضيحي
على معرفة آليّة عمل الجرّة؟







عند صبّ الماء في الجرّة، فإنّه يدخل عبر الثقب في الصفيحة الفاصلة وينزل إلى الحوض 1. وعندما يصل مستوى الماء في ذلك الحوض إلى حد أعلى نقطة في السيفون الواصل بين الحوضين 1 و 2، فإنّه يبدأ بملء الحوض 2.

لفهم سبب وكيفيّة انتقال الماء في السيفون اطلعوا على التجربة في الصفحة 60.

ماذا يحدث للعوّامة الموجودة داخل الحوض 2؟

نعم، ترتفع على سطح الماء وترفع بذلك السدّادة المتصلّة فيها؛ فيسدّ الثقب في الصفيحة الفاصلة.



عند استخدام الجرّة، يُفتح البزّال، فيخرج الماء الموجود في الحوضين 2 و 1؛ مما يعني أنّ مستوى العوّامة في الحوض 2 سينخفض، وهذا بدوره يفتح السدّادة؛ فيتسرّب الماء الموجود في الخزّان العلوي إلى الحوض 1، وهكذا حتى تُستخدم كلّ كميّة الماء الموجودة في الجرّة.

ما الذي يحدّد المدّة الزمنيّة التي يجب على مستخدم الجرّة انتظارها حتى تتدفّق كميّة جديدة من الماء؟



تلعب أحجام الأحواض دوراً رئيسياً في تحديد المدّة الزمنيّة، وبشكل خاص الأحواض الداخلية السفلى الموجودة في جسم الجرّة.

القمقم المسكون

القمقم هو إناء من نحاس رأسه ضيق، وصُوِّر في بعض القصص الخياليّة على أنّه مسكن ومحبس للعفاريت والشياطين والمردة.

من أين أتت هذه الفكرة يا ترى؟
وهل لعلم الحيل دور في انتشار قصص خياليّة كهذه بين الناس على مرّ العصور؟

ربما نجد الجواب في هذا الإناء العجيب الذي صمّمه بنو موسى.



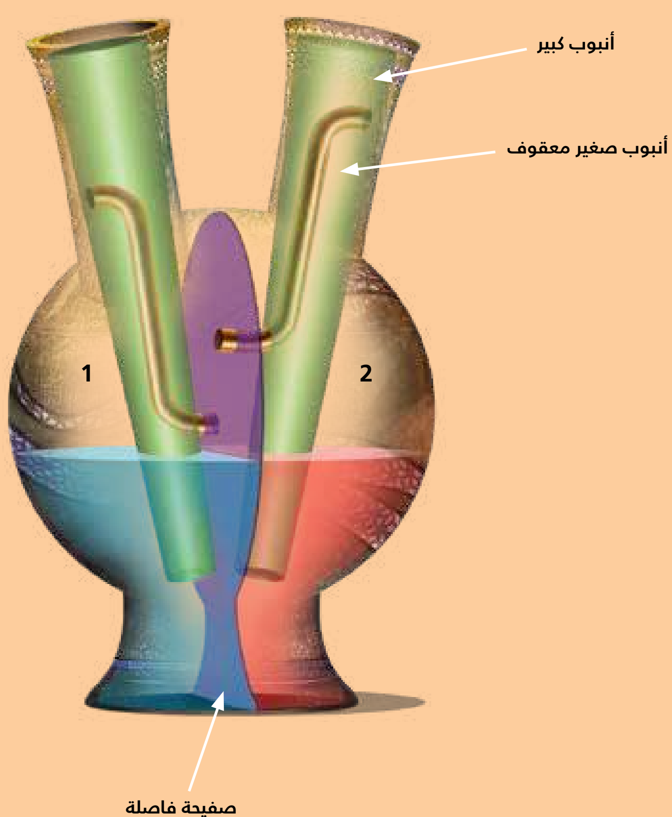
الإناء برأسين، إذا صُبّ ماء في أحد الرأسين، وعصير برتقال في الرأس الثاني، ماذا تتوقعون أن يحصل؟ لا، لا يختلط السائلان. عجيب أليس كذلك؟ والأعجب منه أنّه إن أردنا سكب السائلين من الإناء، وجدنا أنّ الماء يخرج من الرأس الذي صُبّ فيه العصير، والعكس بالنسبة إلى العصير؛ فسيخرج من الرأس الذي صُبّ فيه الماء.

لا شكّ في أنّ غرابة هذا الإناء وسحره متعة للناظر ولمن يستخدمه، فقصص الموروث الشعبي غنيّة بأغراض مُبهِرة وخدّاعة وشخصيات سحريّة خارقة كالمارد والجني والعفريت.

لكن كما عوّدنا الإخوة أبناء موسى، فلكل حيلة عجيبة وغريبة تفسير علمي ذكي.

فما تفسير ما يحدث في هذا الإناء؟

لا يختلط السائلان؛ لأنّ بني موسى وضعوا بشكل عمودي صفيحة فاصلة في وسط الإناء تقسم جوفه إلى حجرتين منفصلتين.



وقد تمكّنوا من قلب فتحة خروج السائل حين أضافوا أنبوبين كبيرين واسعين؛ واحداً في كلّ حجرة من الإناء وبداخل كلّ منهما وضعوا أنبوباً صغيراً معقوفاً من طرفه الأعلى. وجعلوا طرفه الأسفل ينتهي في نصف الإناء المقابل، أيّ أنّ الأنبوب المعقوف في القسم 1 ينتهي في القسم 2 وبالعكس؛ الأنبوب المعقوف في القسم 2 ينتهي في القسم 1.



يبدو الأمر معقداً إلى حد كبير، أليس كذلك؟

تخيّلوا أنّكم صببتم الماء في الحجرة 1 وعصير البرتقال في الحجرة 2. وجاءكم ضيف تريدون أن تقدموا إليه الماء. ما الذي ستفعلونه؟ ستمسكون بالإناء وتميلونه جهة اليسار (من طرف 1) لأنّكم وضعتم الماء في تلك الحجرة.
ولكن المفاجأة أنّ عصير البرتقال هو الذي سيتدفق في الكأس! إذا نظرتم إلى الشكل جيداً؛ فستكتشفون سرّ هذا اللغز.

لنتابع مسار الماء عند إمالة الإناء نحو اليسار: سيميل الماء في قعر الحجرة اليسرى نحو اليسار ولن يجد منفذاً له خارج الإناء. وفي الوقت نفسه سيميل عصير البرتقال في قعر حجرته نحو اليسار أيضاً لكنّه سيجد منفذاً خارج الإناء عن طريق الأنبوب الصغير، ومنه إلى فتحة الحجرة 1 في أعلى الإناء.
والعكس سيحدث عندما تريدون صبّ العصير بإمالة الإناء نحو جهة اليمين.



يا ترى أين يمكن استخدام هذا المبدأ في يومنا هذا؟

السراج المُريح

في أيّامنا هذه عادة ما تُستخدم الكهرباء للإنارة، أمّا سُرج (مفردها سراج) الزيت فقلّ استعمالها كثيراً. فالسراج يشبه الشمعة إلى حدٍ ما؛ ففي كليهما فتيلة أي خيط اشتعال ووقود أو مادة قابلة للاشتعال (الزيت في سراج الزيت، وشمع البرافين في الشمعة).



لكي يعمل السراج كان لا بدّ من تعبئته بالزيت وتبديل فتيلته التي تحترق نتيجة الاشتعال باستمرار. وتطلّب ذلك من دون شك وقتاً وجهداً، خصوصاً إذا اضطر أحدهم للعمل ساعات طويلة في الليل أو في مكان معتم.

فكيف حلّ بنو موسى هذه المشكلة؟

يملأ هذا السراج ذاته تلقائياً بالكميّة التي يحتاجها من الزيت، ويجدّد فتيلته كلّما احترقت وكأنّه آلة بُرمجت على أداء مهمّة معينة.

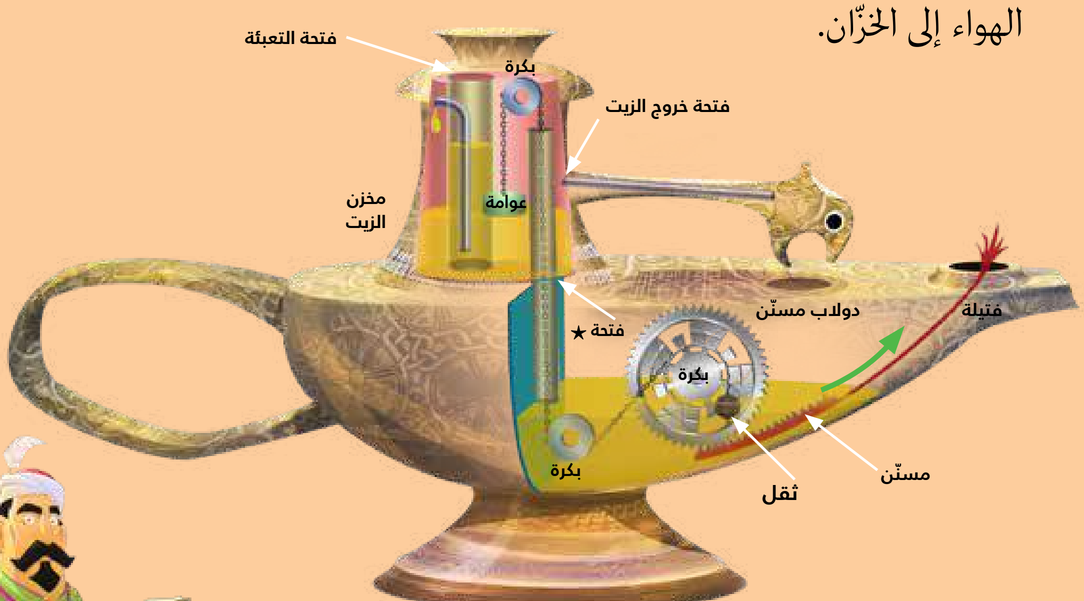
تعاريف:

التشغيل الذاتي:
آليّة تستخدم في الأجهزة والآلات تمكّنها من العمل بشكل تلقائي.

الآن وقد اعتدتم على أسلوب بني موسى في صناعة الحيل، صار بإمكانكم توّقع الأدوات المستخدمة فيه وآليّة عمله.

هل في السراج مكان كافٍ لتخزين الزيت؟

وضع بنو موسى في السراج خزّاناً للزيت له ثلاث فتحات أساسيّة: الفتحة التي نصبّ منها الزيت في الخزّان، والفتحة التي يخرج منها الزيت إلى جوف السراج، وفتحة في أسفل الخزّان عليها شكل ★ متّصلة بأنبوب يسمح بدخول الهواء إلى الخزّان.





عند صبّ الزيت في فتحة الخزّان يتسرّب منها إلى وسط السراج حتى يصل مستوى يغطي الفتحة التي عليها شكل ★. طبعاً السبب وراء خروج الزيت هو دخول الهواء عبر تلك الفتحة ليحل محل السائل.



بعد إشعال الفتيلة لفترة معينة، يُستهلك الزيت الموجود في وسط السراج.

لكن متى يبدأ السراج بتعبئة ذاته تلقائياً مرة أخرى؟



عندما ينقص مستوى الزيت عن الفتحة التي عليها شكل ★، يدخل الهواء عبرها إلى الخزّان؛ ممّا يدفع بالزيت الموجود هناك إلى الخروج تلقائياً من مصبّ الزيت بمقدار حجم الهواء الذي دخل، وتتكرّر هذه العملية حتى ينفد كلّ الزيت الموجود في الخزّان.



فما لغز الفتيلة يا ترى؟ كيف يبدّل السراج فتيلته تلقائياً؟

قد يسهل استنتاج الحل إن عرفتم أنّ الإخوة الثلاثة قد استخدموا بكرة ومسنّنات وسلسلة وثقلاً في تنفيذ هذه الحيلة. لننظر إلى التفاصيل مستعينين بالشكل في الصفحة 39.

لاحظوا أنّ العوّامة مرتبطة بسلسلة مثبّتة على بكرتين؛ واحدة في الخزّان والثانية في وسط السراج، وفي نهاية السلسلة ثقل صغير.



عندما يُصبّ الزيت في الخزّان، ماذا يحدث للعوّامة؟ ترتفع من دون شك. وعندما ينقص مستوى الزيت تهبط، أي في كلتا الحالتين تتحرّك.

حركة العوّامة تعني أنّ الثقل في نهاية السلسلة يتحرّر، أي ينزل ويسحب معه السلسلة التي تحرّك بكرة وسط السراج. والبكرة تحرّك بدورها الدولاب المسنّن المتصّل بها.

عندما يتحرّك الدولاب المسنّن يحرّك قضيباً عليه مسنّنات وتتصل به فتيلة طويلة. وينتج عن ذلك حركة تدفع الفتيلة باتجاه طرف السراج الأيمن وهو المكان الذي تُشعل منه.

يا ترى متى يتوقف الجهاز عن تجديد فتيلته؟

النافورة العجيبة

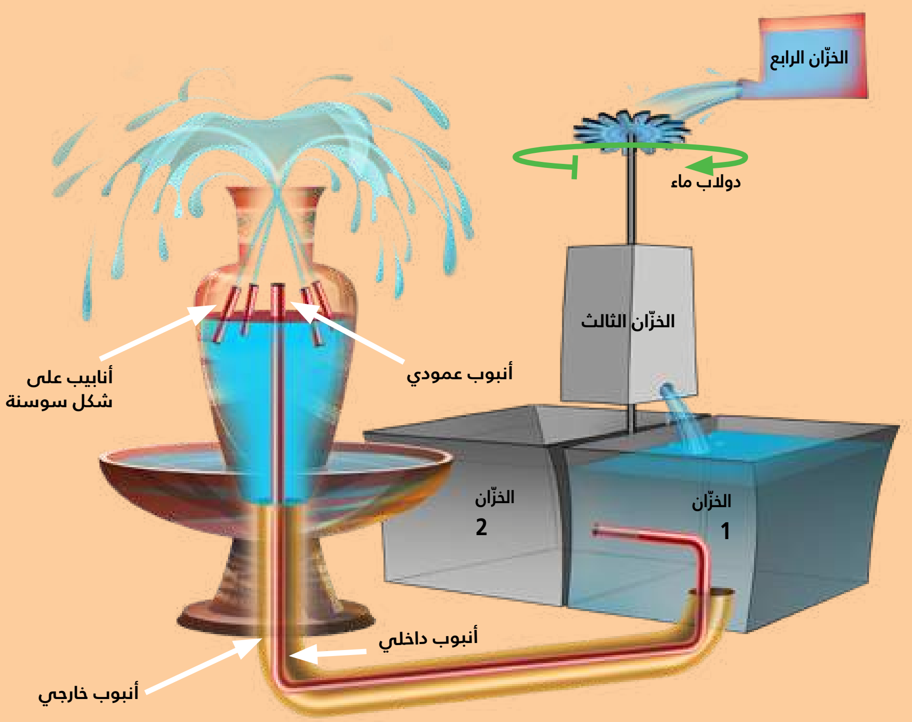


زاد الاهتمام بالنوافير في العصر الذهبي للحضارة الإسلامية كجانب من الاهتمام بالحدائق، وحاول المهندسون إيجاد طرق جديدة وأساليب عدّة لجعل النوافير جميلة المنظر ومريحة للأعصاب عند سماع خرير مائها.

وبما أنّ بني موسى كانوا أصحاب أفكار خلّاقة ومبدعة، كان لا بدّ لهم من وضع بصمتهم على تصميم النوافير. فقد صمّموا نوافير تغيّر أشكالها، وكان من شأن ذلك أن يُبهر الناس ويُمتّعهم ويُشعرهم بالراحة والاسترخاء.

في إحدى النوافير يخرج الماء تارة بشكل زهرة السوسن وتارة بشكل قناة. وقد استغلّ الإخوة الثلاثة الطاقة النظيفة في طريقة تشغيل هذه النافورة الفريدة، حيث اعتمدت على قوة الماء.

يبدو الأمر بسيطاً جداً، أليس كذلك؟ لنكتشف التفاصيل:



تخيلوا أنّكم في جوف النافورة، ستجدون أنبوبين متداخلين متصّلين بها من الأسفل. وإن تتبعتم خط مسير الأنبوبين؛ لوجدتم أنّهما يتصلان بخزّاني ماء؛ كلّ أنبوب يتصّل بخزّان مختلف.

فوق الخزّانين يوجد خزّان ثالث فيه ثقب ومُثبّت عليه دولاب ماء. فماذا يحدث لهذا الخزّان عندما يدور الدولاب؟ صحيح، يدور معه. لكن كيف يدور دولاب الماء؟

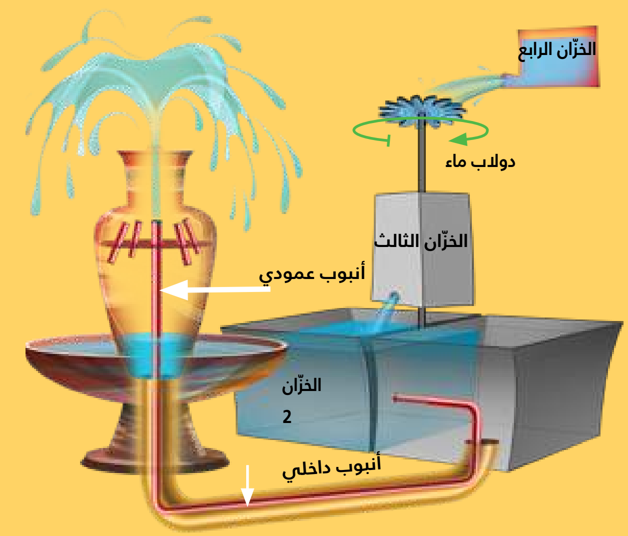


مزيد من الخزّانات

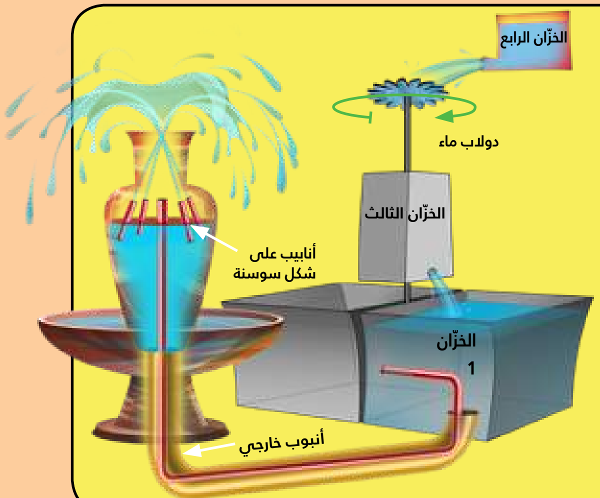
لا بد من وجود مصدر يسمح بنزول الماء عليه ليتحرّك، قد يكون خزّاناً رابعاً رئيسياً أو مجرى ماء.

إذن، يبدأ عمل النافورة عندما يخرج الماء من الخزّان الرئيسي. فالماء يقوم بمهمتين: يملأ الخزّان الثالث ويحرّك دولاب الماء. عندما يدور دولاب الماء يسبّب حركة مرافقة؛ فيدور الخزّان الثالث الموصول به.

فإذا دار الخزّان الثالث بحيث يكون ثقبه فوق الخزّان 2؛ يمتلئ 2 بالماء ثمّ يتابع الماء جريانه عبر الأنبوب الداخلي ليخرج بشكل قناة من النافورة.



أمّا إذا دار بحيث يكون ثقبه فوق الخزّان 1؛ يمتلئ 1 بالماء ليتابع الماء جريانه عبر الأنبوب الخارجي؛ فيخرج على شكل سوسنة من الأنابيب الصغيرة داخل جسم النافورة (الجرّة).



لم تكن هذه النافورة الوحيدة التي صمّمها بنو موسى، فقد شرحوا آليّة عمل سبع نوافير في كتابهم، لكلّ منها أسلوب عمل خاصّ بها.



تعاريف:

الطاقة النظيفة: طاقة نحصل عليها من مصادر متجددة على مقياس الزمن البشري، وهي لا تُضيف مزيداً من التلوّث للبيئة الطبيعية وتُسمّى أيضاً الطاقة المُتجددة.

? يا ترى ما الأساليب المميّزة التي يتّبعها مصمّمو النوافير في يومنا هذا؟ وهل يعتمدون في تشغيلها على الطاقة النظيفة؟

المَشْرب النّبيه

هل من الممكن وصف مكان للشرب بأنّه نبيه؟ ربما يصح الوصف عندما يتدخل بنو موسى بتصميمه. كيف؟

صمّم الإخوة الثلاثة مشرباً يُستخدم في المزارع. هو عبارة عن حوض تُصبّ فيه جرّة واحدة من الماء ويشرب منه عشرون خروفاً من دون أن ينقص الماء. لكن إن اقترب منه ثور فشرب، يختفي كلّ الماء من الحوض حتى لو كان الثور أول الشاربين.

كيف يعرف الحوض أنّ ثوراً أتى ليشرب فيجعل الماء يختفي؟
وكيف لعشرين خروفاً أن تشرب من دون أن ينقص مستوى الماء؟

لا بدّ أنّ في الأمر حيلة أو مجموعة من الحيل. يا ترى ما الأدوات التي اعتمدها بنو موسى في تصميم هذا المشرب؟ هل بإمكانكم تخمين ما هي؟

فكروا بالحوض السحري (صفحة 22) ..
فقد أعادوا استخدام بعض المبادئ في هذا التصميم.



التمثال المقلِّد



ربّما سمعتم بروبوتات تقلّد بعض حركات الناس وكلامهم مثل "ميكانو ميكانويد" Meccano MeccaNoid وغيره، وتقوم هذه الروبوتات بذلك بفضل برمجتها وفق نظام تحكّم معيّن. لكن هل كان بالإمكان وضع نظام تحكّم في القرن التاسع؟

اتّبع بنو موسى مبادئ في علم الميكانيك تمكنوا من خلالها من إيجاد نوع من نُظم التحكّم لتمثال قادر على تقليد الناس في أمر واحد، وهو صبّ الماء في حوض.

فقد صمّموا حوضاً فوقه تمثال. إذا بدأ أحدهم بصبّ الماء في الحوض، فإنّ التمثال يباشر بصبّ الماء أيضاً. وعندما يتوقف الشخص عن صبّ الماء، فإنّ التمثال يتوقف بدوره عن الصبّ.

ما هو نظام التحكّم الذي وضعوه في الحوض يا ترى؟

تعاريف:

نظام التحكّم: هو جهاز يقوم بإعطاء أوامر لإدارة عمل أجهزة أخرى، وفي الجسم البشري يعدّ الدماغ نظام تحكّم.

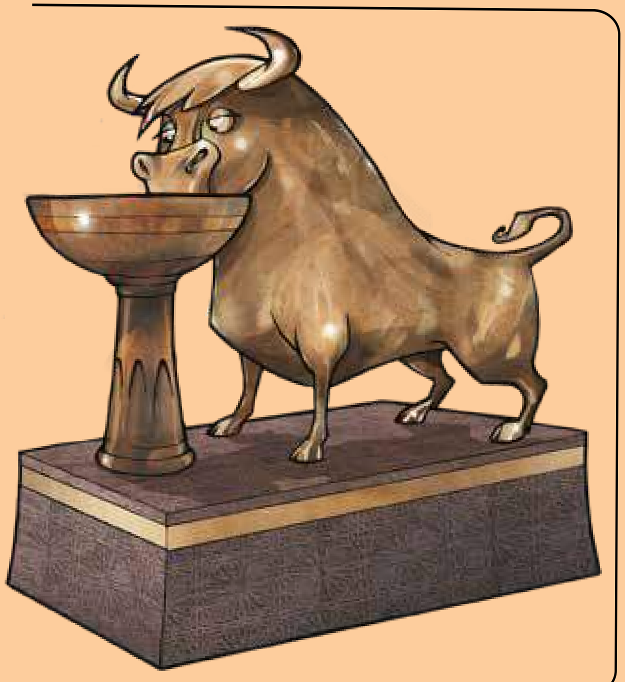
الثور العطشان

لا بأس أن يكون هناك ثور عطشان، ليس هناك أي غرابة في الأمر.

لكن ماذا ستكون ردة فعلكم عندما تعرفون أنّ الثور المقصود هو تمثال وليس ثوراً حقيقياً؟

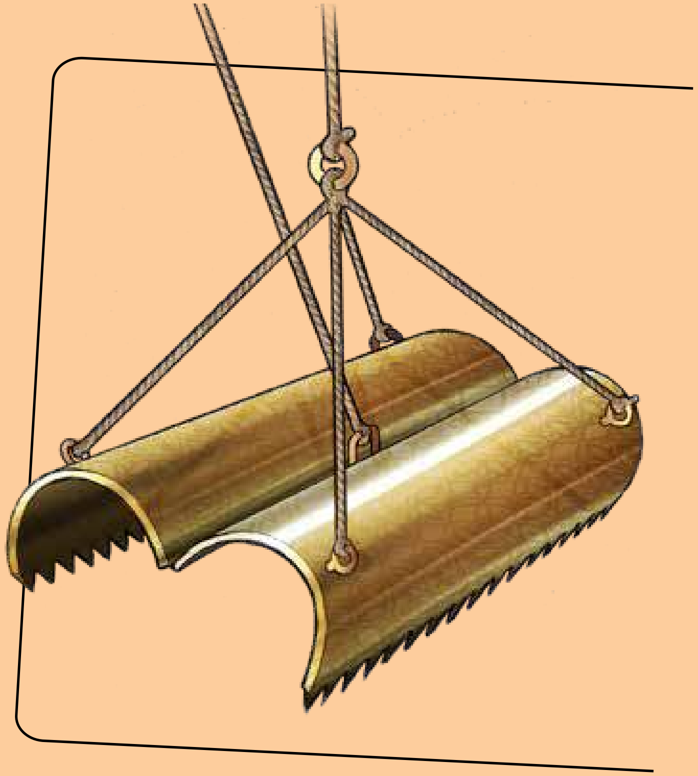
فتمثال الثور الذي صمّمه بنو موسى يُقدَّم إليه الماء فيشرب، ثمّ يُخرج صوتاً يدلّ على ارتوائه حتى يظن من يراه أنّه كان عطشان وأصدر الصوت بعد أن شرب وارتوى. وهذا يدلّ على أنّه قد بُرمج وفق آليّة ما.

استخدم الإخوة الثلاثة أدواتهم السحرية المعتادة في التصميم: عوّامات وخزّانات وصمّامات وبكرات وسلاسل وأوعية تفريغ، ومنافذ لدخول الهواء وخروجه. وكان الهدف من هذا التصميم التسلية والإبهار وإمتاع المشاهدين، تماماً كما يحصل اليوم في كلّ مرة تُعرض فيها آلة جديدة مميّزة فريدة من نوعها.



الخُطّاف الآلي

ابتكر بنو موسى خُطّافاً يُستخدم لاستخراج المحار الذي يحمل اللؤلؤ في جوفه من البحار، أو لانتشال الأشياء الغارقة في قيعان الأنهار والبحار وأجواف الآبار.



من ناحية المبدأ لا يختلف خُطّافهم كثيراً عن الخُطّافات الميكانيكية الحديثة. فقد صنعوه من نصفي كرة مرتبطين بعضهما ببعض عن طريق سلاسل تُستخدم للتحكّم بحركتهما.

كيف تبدو الخُطّافات الحديثة يا ترى؟ وهل تختلف أشكالها عن خُطّاف بني موسى؟



الجرّة الخارقة

هي خارقة لأنّ السوائل المختلفة التي تُصبُّ فيها لا تختلط، وتخرج منها كما دخلت منفصلة.
لا بدّ أنّ هذه الحيلة لم تفاجئكم، فقد أصبحتم الآن على معرفة جيدة بأنواع الألغاز التي أتقنها بنو موسى.



أتذكرتم جهازاً آخر من أجهزتهم؟

لا بدّ أنّكم خمّنتم أنّهم اعتمدوا في تصميمهم على وضع خزّانات منفصلة داخل الجرّة، وعلى استخدام بعض العوّامات لتتحكّم بخروج السوائل من خزّاناتها.



الصفّارة المائيّة

هل سبق أن قمتم بتجربة البالون الذي يصدر صوتاً؟ بكلّ بساطة تنفخون البالون وبدلاً من أن تسدّوا فتحته، حاولوا إخراج الهواء (تنفيسه) بضم طرفي فتحته قليلاً؛ فيُسمع له صوت يشبه الصفير.

لِمَ يُسمع صوت الصفير هذا؟
إنّه ناتج عن خروج الهواء من البالون.



صفارة بني موسى لا تختلف كثيراً من حيث المبدأ عن تجربة البالون. لكن هنا توضع صفارة في ثقب جرّة ويصدر صوت الصفير عندما تُغمس الجرّة بالماء.
لماذا يا ترى؟
هل يُتّبع المبدأ نفسه في صنع صفارات الإنذار الحديثة؟

بنو موسى وخدمة المجتمع

صمّم بنو موسى أجهزة وآلات لأهداف مجتمعيّة كما يفعل المهندسون والعلماء في يومنا هذا منها:

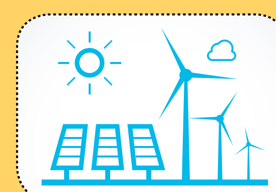
تسهيل حياة الناس اليومية: فقد صمّموا أجهزة تسهّل أداء بعض المهام اليومية وتخفّف العبء عن الناس. لا بدّ أنّكم تفكّرون الآن بالسراج المريح والحوض السحري.



التسلية والإبهار: ربّما لا نظن أنّ مستوى الإبهار في أجهزة الإخوة الثلاثة يصل إلى مستوى الإبهار الذي نشعر به عند رؤية أوركسترا من الروبوتات تعزف الموسيقا مثلاً، لكن لا بدّ أنّ الناس في عصرهم وجدوا أنّ أجهزتهم غاية في الإبهار. وكما تعرفون، فإنّ التسلية والترفيه مهمّان لخلق حياة متوازنة.

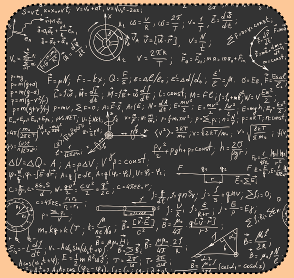


المحافظة على البيئة وترشيد الاستهلاك: كما ينشغل العلماء اليوم بإيجاد حلول لترشيد استهلاك الموارد كالمياه والكهرباء والوقود، فكّر بنو موسى بأساليب تمكّنهم من المحافظة على الموارد المتاحة لهم، كما فعلوا عند تصميمهم للجرّة الصديقة للبيئة.



وقد تمكّن الإخوة محمد وأحمد والحسن من توظيف إمكاناتهم الفذّة في عملهم، حيث إنّهم حرصوا على:

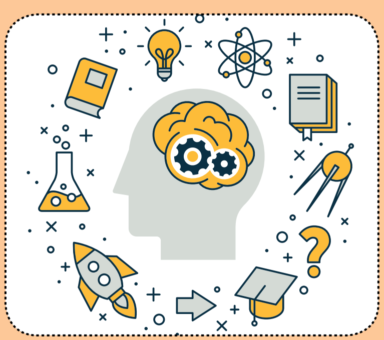
تطبيق المبادئ العلمية: لم تعتمد أيّ من حيلهم على سحر أو شعوذة. فما صمّموه اعتمد على مبادئ العلوم الأساسية، وعلى أدوات ميكانيكية بسيطة. ولكنّهم جمعوا أكثر من مبدأ وأداة في بعض أجهزتهم؛ فبدت معقّدة.



المثابرة والإصرار: تطلّب عملهم جهداً وإصراراً ومثابرة وتعاوناً. وهذه المزايا ضرورية جداً في العمل بشكل عام والأبحاث العلمية بشكل خاص.



التفكير في احتياجات الآخرين: يقول المثل:" الحاجة أُمّ الاختراع". ومثل كثير من المخترعين والمبتكرين، اهتم بنو موسى بتطوير وبرمجة أجهزة تعمل لتلبّي بعض احتياجات الناس. ربّما كان بعضٌ من أجهزتهم تلبية لاحتياجات أعمالهم الهندسية والإنشائية.



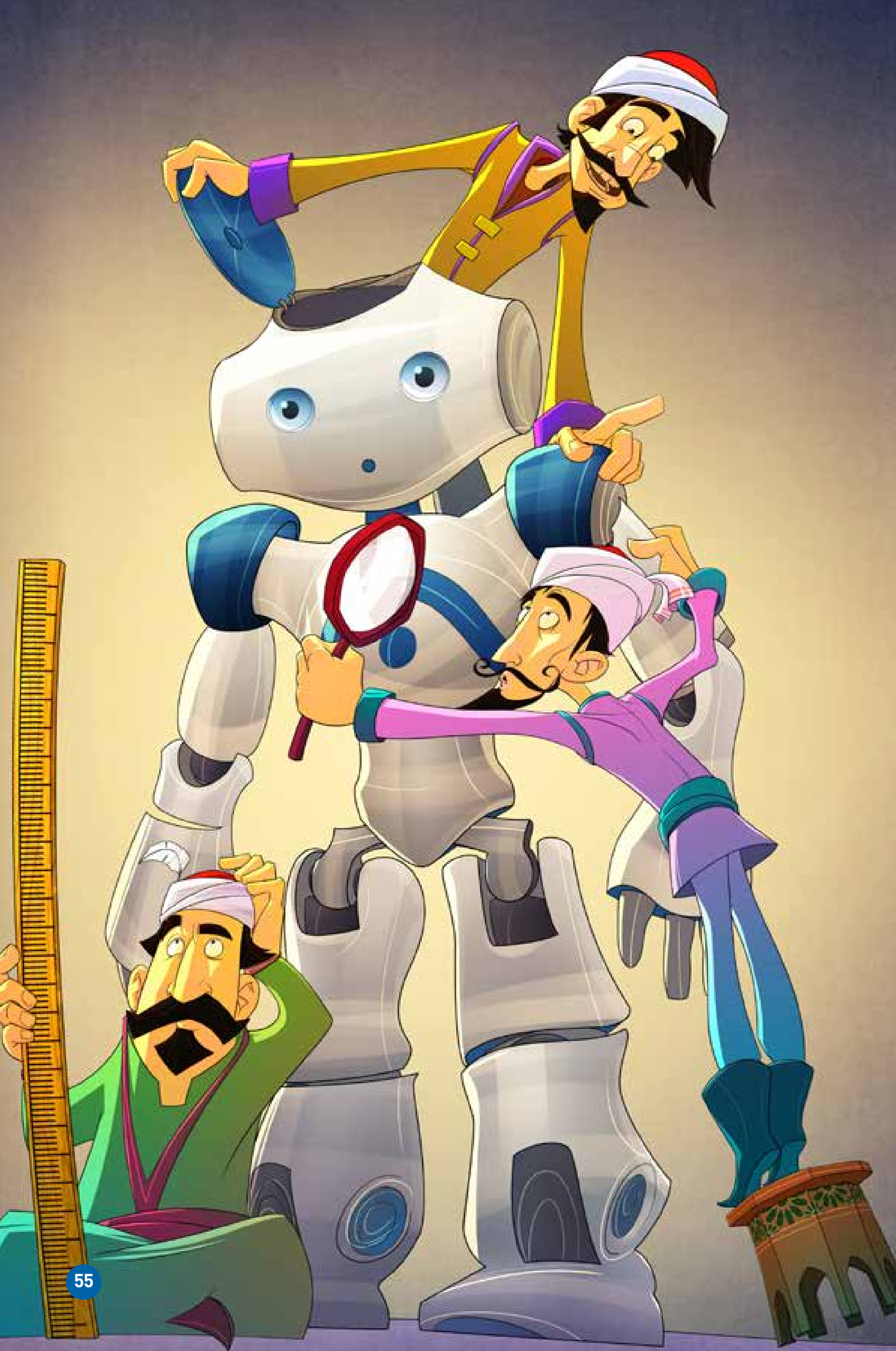
بنو موسى والروبوتات الحديثة

ماذا ستكون ردّة فعل بني موسى لو رأوا أحد الروبوتات الحديثة يا ترى؟
لا بدّ أنّ فضولهم العلمي سيدفعهم لفحصها ومحاولة فهم آليّة عملها وكيفية تشغيلها.

مناخ مناسب
لن يغيب عنهم أنّ هناك مناخاً مناسباً لتطوير العلوم والتكنولوجيا؛ تمويل ورعاية، ومراكز بحثية وعلمية، وتعاون بين العلماء كما كانت الحال عليه في عصرهم.

عنصر مفاجأة
ولكن سيفاجؤون بأنّ نظم تشغيل الروبوتات أكثر تعقيداً وتنوعاً مما اعتمدوا عليه في تشغيل أجهزتهم، وأنّ أشكال الروبوتات تبدو غريبة نوعاً ما.. فليس فيها جرار ولا أحواض ولا نوافير.

شعور بالفخر
وقد يشعرون بالفخر لأنّهم كما أوجدوا أساليب لبرمجة أجهزتهم وإدخال نظم تحكّم للتشغيل الذاتي بما يتماشى مع عصرهم، أوجد العلماء والمهندسون اليوم أساليب حديثة للبرمجة ونظم التحكّم. وأنّ أهدافهم من تصميم أجهزتهم تُماثل بل وتتطابق مع أهداف العلماء اليوم. وأنّ بعضاً من المبادئ العلمية التي استخدموها في أجهزتهم ما زالت تُوظَّف في تصميم الآلات وصناعتها في يومنا هذا.



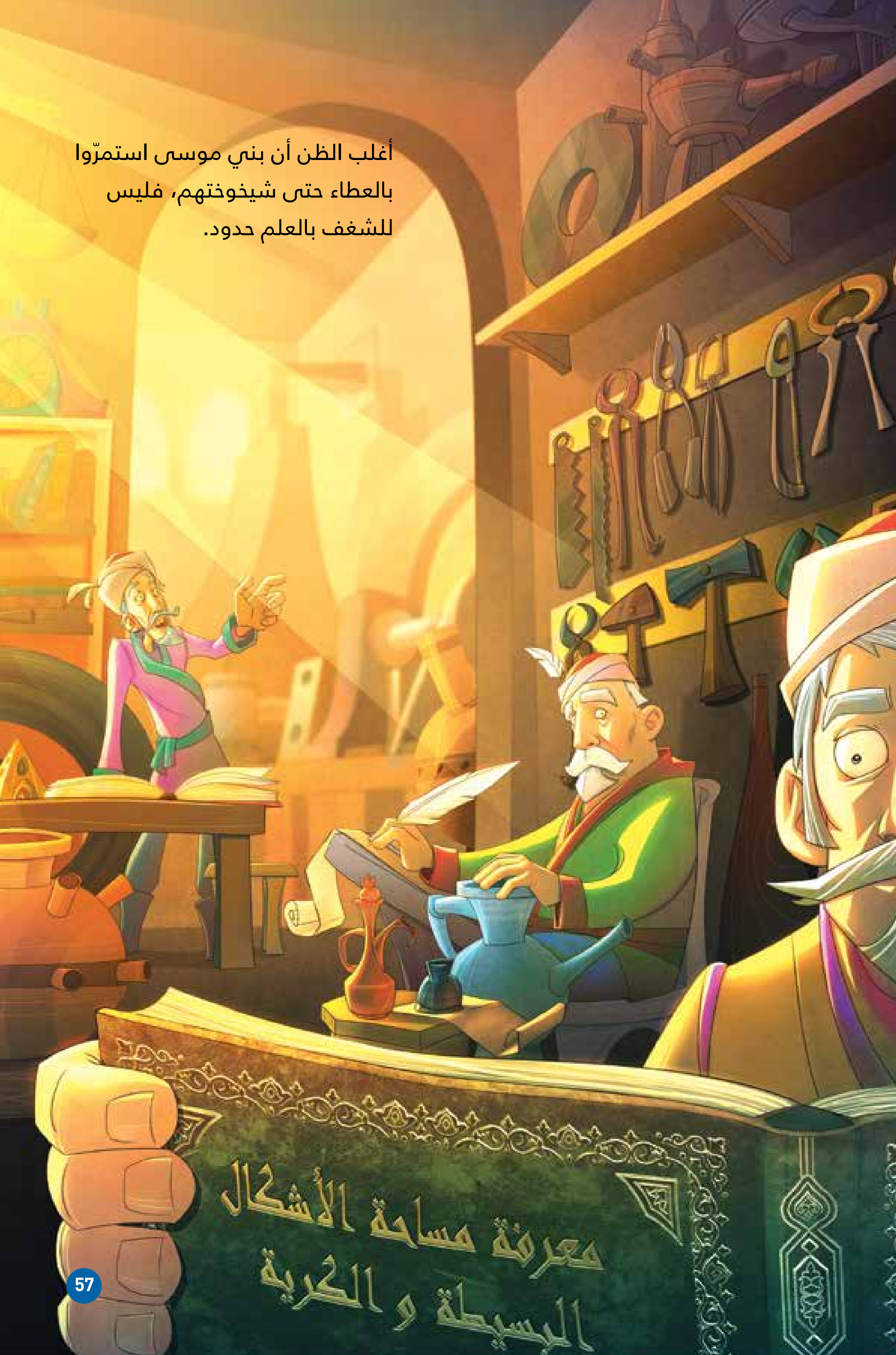
حقائق مدهشة عن بني موسى

وصف بنو موسى آلة موسيقية بالغة التعقيد ذات تشغيل ذاتي، قائمة على آليّة عمل الأرغن اليدوي، وقد أضافوا إليه كثيراً مما سبق أن طوّروه في أجهزتهم كالتروس وأذرع التدوير والصمّامات وأشكال مختلفة من السيفون والروافع، ووضعوا تصوراً لربط عمل هذا الجهاز بجسم عازف مزمار.

من أهم أعمالهم في الرياضيات كتاب معرفة مساحة الأشكال البسيطة والكرية، وقد اعتمد عليه كثير من الرياضيين والفلكيين فيما بعد في الغرب.

اطّلعوا على أعمال من سبقهم من المهتمين بعلم الميكانيك. ومن هذه الأعمال كتاب في رفع الأشياء الثقيلة للمفكّر الإغريقي هيرون الإسكندري، والذي نقله إلى العربية المترجم المشهور قسطا بن لوقا البعلبكي في القرن التاسع الميلادي.

استخدموا معارفهم الرياضية في أمور عملية كاستخدامهم طريقة مبتكرة ما زال الطلبة يستخدمونها اليوم في رسم الشكل الإهليلجي/البيضاوي، وذلك باستخدام دبوسين وخيط وقلم رصاص/مرسم (انظر الصفحة 62).



أغلب الظن أن بني موسى استمرّوا بالعطاء حتى شيخوختهم، فليس للشغف بالعلم حدود.

حيل عمليّة وتجارب

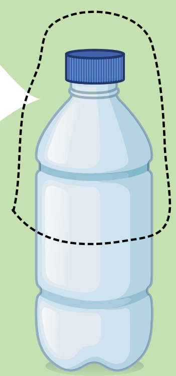
لغز الكأس المملوء

تباروا مع أصدقائكم في إفراغ كأس أو وعاء من الماء في حوض أو كأس آخر من دون تحريك الكأس، أي من دون إمالته إلى جانبه أو قلبه رأساً على عقب.
استغربتم من التحدّي؟ إذا اتبعتم أحد المبادئ التي استخدمها بنو موسى في تصاميمهم، فالأمر سيكون سهلاً جداً، لنرَ ما المواد التي نحتاج إليها:

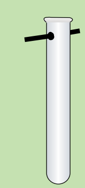
المصدر: Mini Bell Siphon Experiment https://www.youtube.com/watch?v=tL0Ky8-xRKc



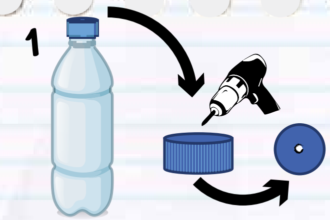
مصّاصة بلاستيكية (شلمونة أو شرّاقة)



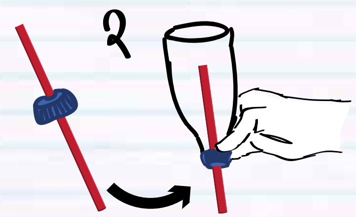
جزء من عبوة ماء بلاستيكية (الجزء الأعلى) مع غطاء العبوة أو كأس بلاستيكي.



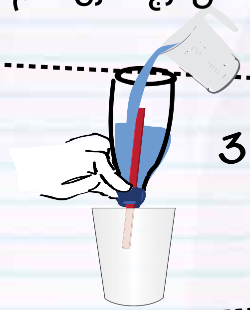
أنبوب اختبار بلاستيكي مثقوب من أعلاه بثقبين متقابلين



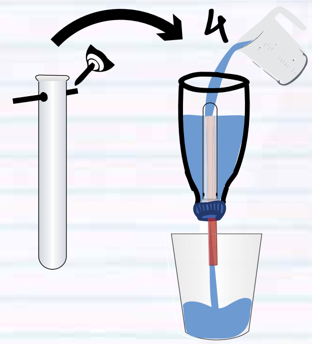
اثقبوا غطاء العبوة البلاستيكية أو أسفل الكأس في حال استخدام كأس بلاستيكي، بحيث يكون على قياس المصّاصة البلاستيكية تماماً. يجب ألا يدخل الماء أو الهواء من الثقب حول المصّاصة.



أدخلوا المصّاصة البلاستيكية داخل الثقب، واجعلوا أعلى نقطة فيها أقصر ببضعة سنتمترات من الحد الأعلى للكأس أو القنينة. إذا لاحظتم أنّ هناك تسريباً للهواء أو الماء عند الفتحة، فبإمكانكم وضع لاصق لزج للعزل التام.



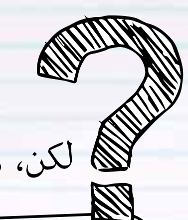
ضعوا كأساً أو وعاءً آخر فارغاً تحت جزء المصّاصة البارز من غطاء العبوة، وصبّوا الماء حتى يصل إلى مستوى أدنى من أعلى طرف المصّاصة بقليل.



ضعوا أنبوب الاختبار فوق المصّاصة، بحيث يكون الجزء المفتوح والمثقوب من الطرفين في الأسفل ومغموراً كلياً بالماء، ثمّ أضيفوا قليلاً من الماء إلى العبوة المفتوحة، وترقّبوا سحر الفيزياء.

سيبدأ الماء بالتصريف من العبوة أو الكأس إلى الوعاء الآخر عبر المصّاصة.

إضافة بضع قطرات من ملون طعام إلى الماء يساعدكم على مشاهدة ما يحدث بشكل أفضل.



لكن، ما التفسير العلمي لما يحدث؟

عندما يبدأ الماء (حتى ولو قطرة واحدة) بالتسرب عبر المصّاصة البلاستيكية عند الخطوة رقم 4، فإنه يُشكّل منطقة من الضغط المنخفض في أعلى المصّاصة يساعد على سحب الماء حتى يفرغ محتوى العبوة أو الكأس.

اعتمد بنو موسى على مبدأ عمل هذا السيفون وسمّوه كأس العدل. اليوم يُستخدم مبدأ السيفون للتفريغ السريع للخزّانات ومجمّعات المياه.

المصدر : Self Starting Siphon https://www.youtube.com/watch?v=4SEv_GxAo70

لكن هناك طريقة ثانية أسهل لتنفيذ هذا التحدي وذلك باستخدام أنابيب معقوفة.



قصّوا عنق إحدى المصّاصات وأدخلوا الجزء المقصوص في عنق المصّاصة الأخرى وتأكّدوا من إحكام اللصق حتى لا يتسّرب ماء أو هواء. تأكدوا أنّ إحدى الذراعين أطول من الذراع الأخرى.

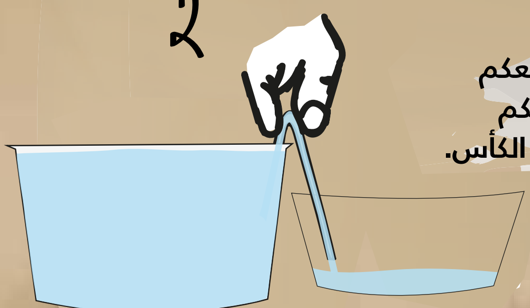
أصبح لديكم الآن سيفون بسيط.

1



أغلقوا فتحة الطرف الأطول من الأنبوب بإصبعكم، ثمّ ضعوا الطرف الثاني في الحوض بحيث يكون مستوى الرأس المعقوف بمستوى الماء.

2



ضعوا جزء الأنبوب الذي يسدّه إصبعكم في الكأس الفارغ، ثمّ ارفعوا إصبعكم عن الفتحة فيبدأ الماء بالتدفق إلى الكأس.

هل ذكّرتكم حركة الإصبع بشيء؟

عندما رفعتم إصبعكم عن طرف الأنبوب سمحتم للهواء بالدخول ومن ثمّ يخرج الماء. أمّا عندما كانت إصبعكم تمنع دخول الهواء إلى الأنبوب؛ فلم يكن هناك منفذ لخروج الماء.
نعم، هذا السيفون مزاجي أيضاً كالإبريق المزاجي!

حيلة المسمارين

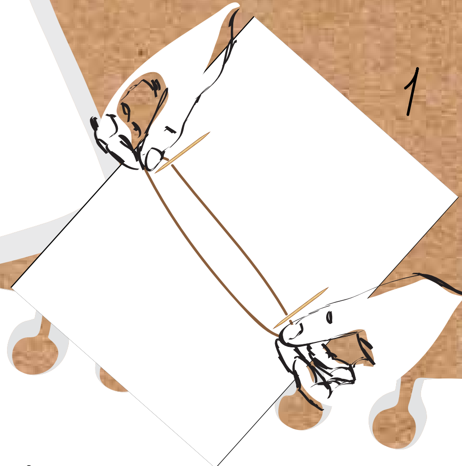
هل سبق أن حاولتم رسم دائرة بيدكم من دون الاستعانة بفرجار (بيكار)؟ ستواجهكم مشكلتان: الخط يتعرّج فتبدو أبعاد الدائرة غير دقيقة.

ماذا عن رسم شكل شبه بيضاوي ويسمى أيضاً إهليليجياً (إه – لي – لي – جي) أو قطعاً ناقصاً؟ هل جرّبتم رسمه؟ لا بد أنّ الأمر سيكون صعباً كما رسم الدائرة.

لكن ماذا لو طبقنا الأسلوب المبتكر الذي استخدمه بنو موسى؟

المصدر : Ellipse https://www.youtube.com/watch?v=Et3OdzEGX_w

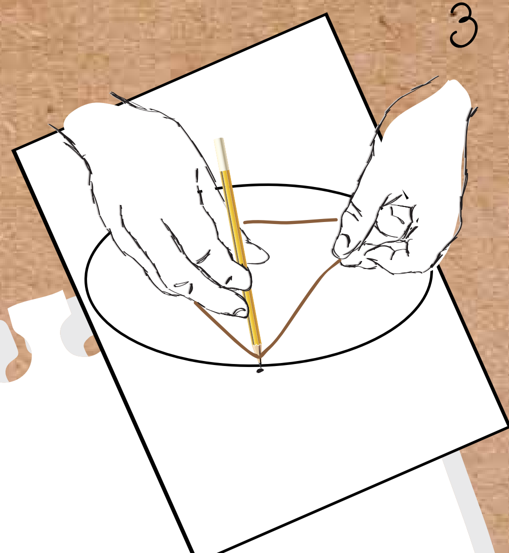


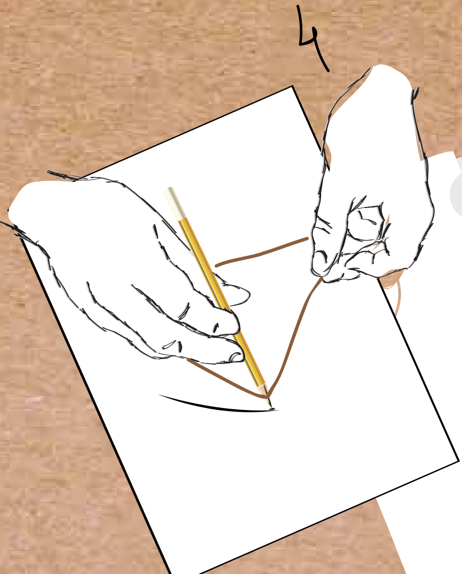


ضعوا الورقة فوق قطعة الفلين، ثمّ ثبّتوا المسمارين أو الدبوسين على الورقة في نقطتين متقابلتين.



اربطوا الخيط، الذي يجب أن يكون طوله أكثر من ضعف البعد بين المسمارين، بالمسمارين من طرفيه وضعوا قلم الرصاص في وسطه.



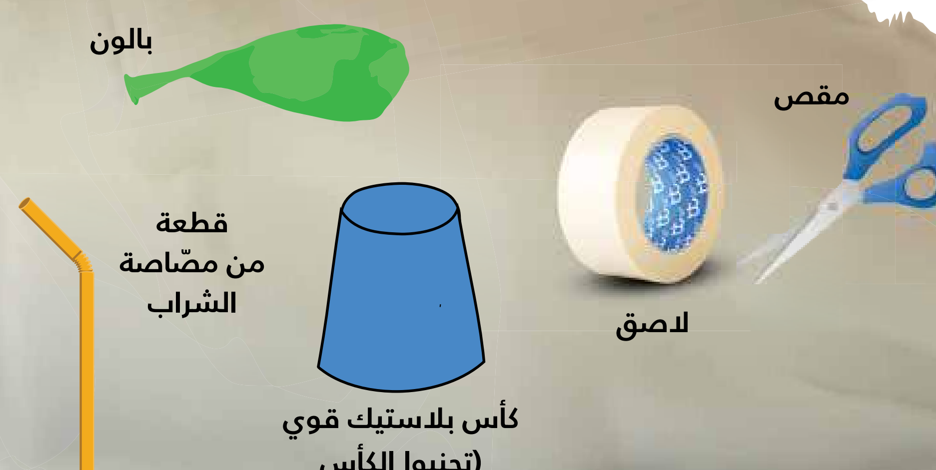


أديروا القلم، بحيث يرسم على الورقة؛ فيتكوّن معكم الشكل الإهليليجي.

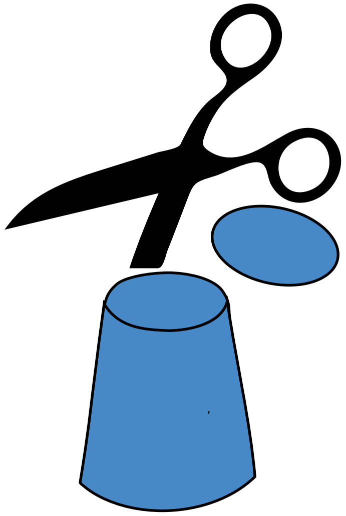
تحدّي صفارة الإنذار

حسناً، حسناً.. ربما تعتقدون الآن أنّ هذا التحدي تكرار للشرح الذي ذُكر في صفحة الصفّارة المائية. لكن الأمر مختلف قليلاً، حيث إنّ هناك خدعة بسيطة تجعل الصوت الناتج عن خروج الهواء من البالون أعلى وأقرب إلى صوت صفارة الإنذار.

المصدر: Loud Air Horn https://www.youtube.com/watch?v=lTpcVWrEbg0

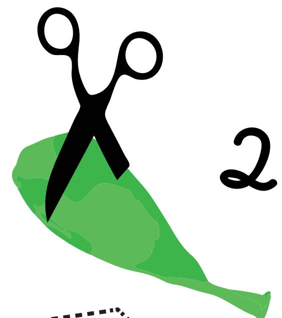


1



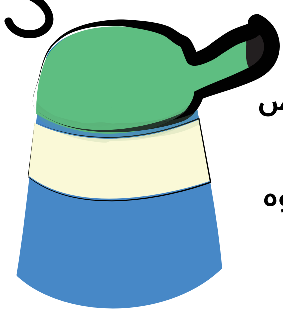
انزعوا قاعدة الكأس بحيث يصبح بلا قاعدة.

2



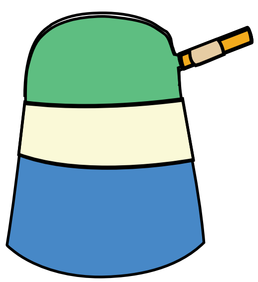
قصّوا البالون بالنصف، لأنّكم ستحتاجون إلى الجزء الذي فيه فتحة النفخ.

3



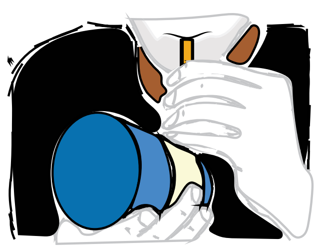
ضعوا البالون المقصوص فوق الكأس من جهة القاعدة المنزوعة، وشدّوه ثمّ ألصقوه جيداً.

4



أدخلوا المصّاصة في فتحة البالون وثبّتوها جيداً باللاصق.

5



انفخوا في المصّاصة وتذكروا أن تنبّهوا من حولكم أنّكم تقومون بتجربة، فالإنذار ليس حقيقياً.

حرّكوا المصّاصة إلى الأعلى والأسفل وغيّروا موضعها للحصول على تنوع أكبر من الأصوات الصادرة.

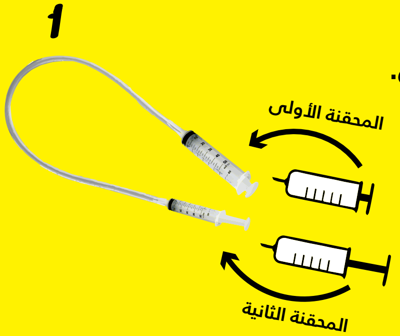
تحدّي الوحوش الضارية

ستصنعون رأس وحش من كرتون/ ورق مقوى.
والتحدي هو أنّكم ستتمكّنون من فتح فكيّ فم الوحش وإغلاقهما من دون أن تمسكوا الفكين بأيديكم وتبعدوهما بعضهما عن بعض.

المصدر Moving Monster https://www.youtube.com/watch?v=5QqinrOcbIM



أولاً نبدأ بصنع المحرّك،
بحيث يمكنكم استخدامه
لتحريك أشياء عديدة
وليس فم الوحش فقط.

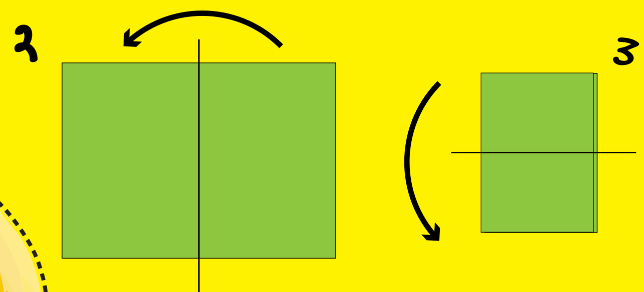


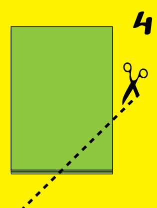
اضغطوا المكبس إلى آخر حد في أول محقنة، بحيث تفرغ من الهواء، ثمّ أدخلوا طرفها بالأنبوب المطاطي.

اسحبوا المكبس إلى أقصى حد في المحقنة الثانية، بحيث تمتلئ هواء ثمّ أدخلوا طرفها بالطرف الثاني للأنبوب المطاطي.

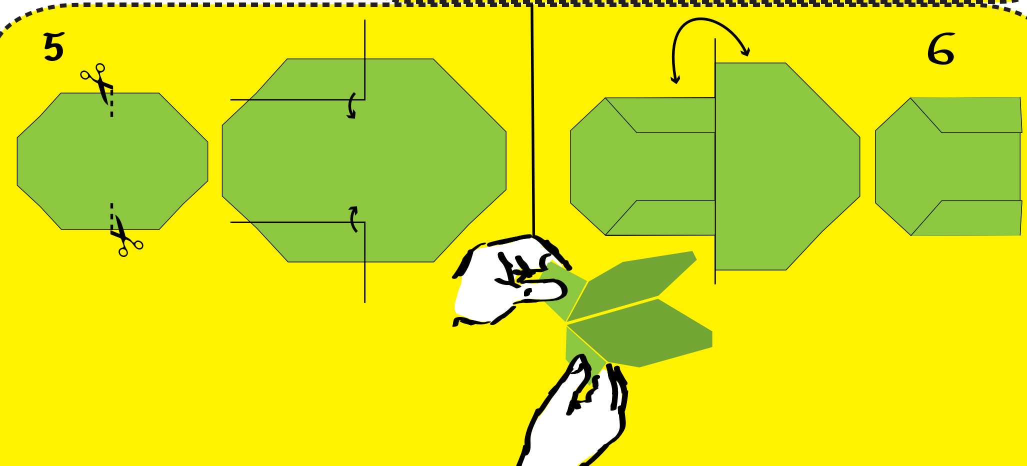
والآن اضغطوا مكبس المحقنة المملوءة بالهواء..
ماذا يحدث؟

لنصمِّم رأس الوحش

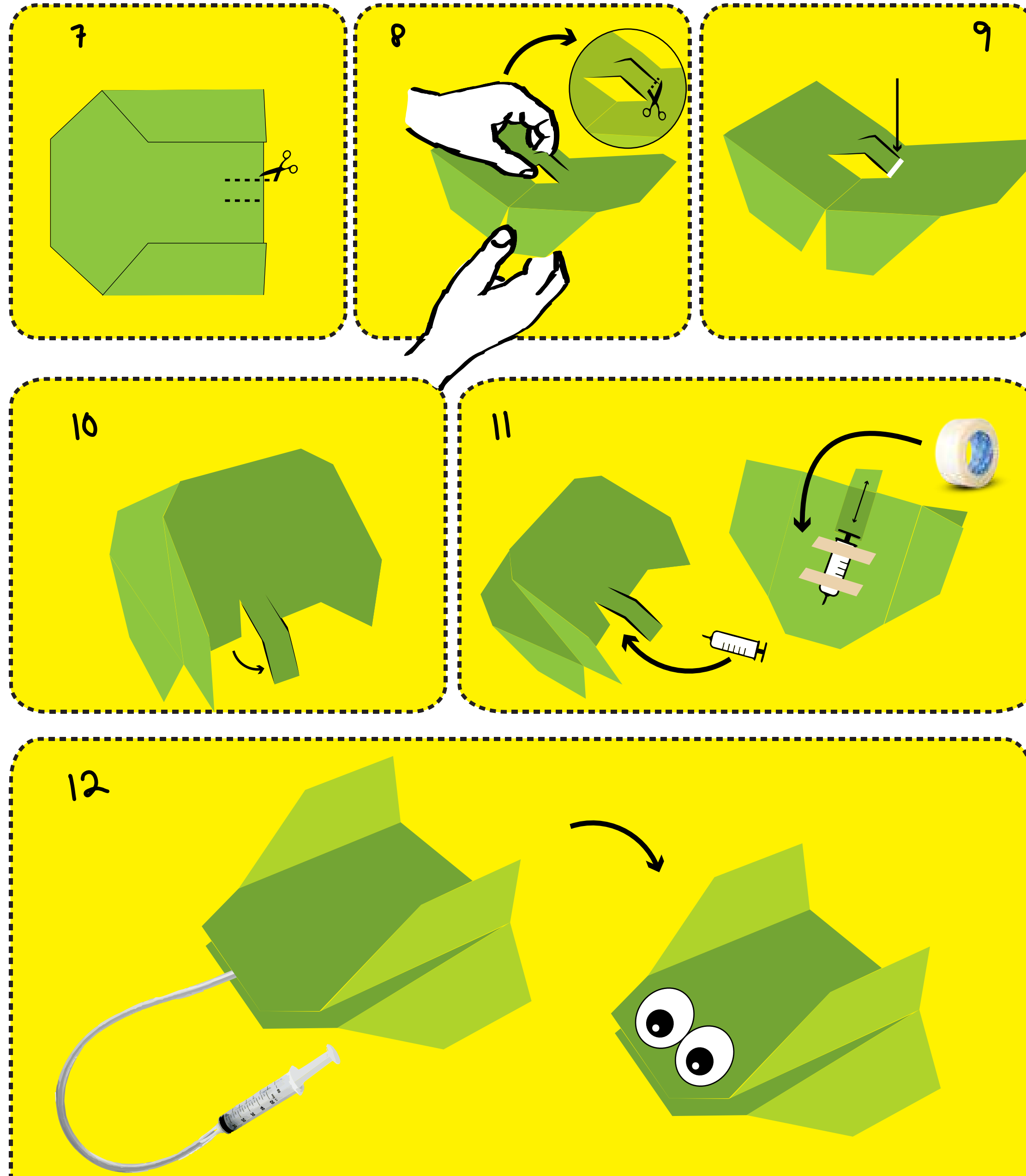




اطوّوا ورقة مقوّاة بالنصف
مرتين، ثمّ قصّوا طرفها
الأعلى الحرّ بشكل مائل.

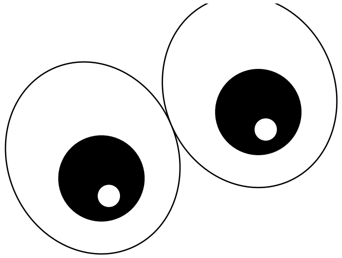


أعيدوا فتح الورقة وقصّوا شقاً في جزء من كلّ من طرفيها القصيرين. وبعد ذلك اطووا كلّ الأطراف الناتجة عن هذا القص إلى الأعلى.
وعند الجزء المغلق من الرأس قصّوا حلقة، بحيث يمكن إلصاق المحقنة (الصغيرة إن استخدمتم محقنتين بحجمين مختلفين) أسفل الرأس (الخطوات 7 إلى 12).



زيّنوا الرأس كما ترونه مناسباً بالورق الملوّن: أضيفوا عينين (أو ربما ثلاثة!)، وأذنين أو قرون استشعار، أو أسناناً أو حواجب.

بعد أن صار رأس الوحش جاهزاً، ماذا سيحدث لو كرّرتم الخطوة 3 من القسم الأول؛ أي الضغط على المكبس ثمّ سحبه وضغطه مرة أخرى؟



ماذا لو ألصقنا إحدى المحقنتين برافعة يدوية عوضاً عن رأس الوحش؟
www.youtube.com/watch?v=Eh0kyhEa8g8

أو بكماشة أو خطّاف؟
(www.youtube.com/watch?v=BFw899OaD0s

ولكن ما علاقة بني موسى بهذا؟

بالتأكيد لم يصنعوا وجوه وحوش ويحرّكوها! بل طبّقوا مبادئ مشابهة في أجهزتهم تعتمد على قوة ضغط الهواء في تحريك الأشياء أو ما يُسمّى اليوم علم النيوماتيك (أو علم خواص الغازات) الذي تُستخدم مبادئه في عمل بعض الآلات وفي علم الروبوتيات.

يا ترى ماذا يحدث لو ملأنا المحقنة بالماء عوضاً عن الهواء؟

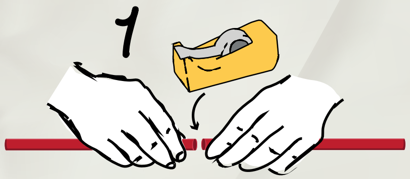
٨

النافورة المتصلة

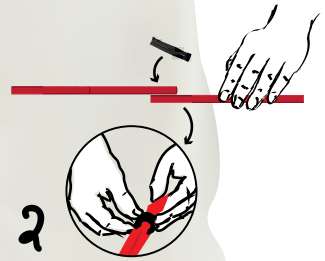
محاولة صنع نافورة شبيهة بالنافورة العجيبة التي اطلعتم عليها قد تتطلب جهداً كبيراً. ولكنّ هناك حل بسيط نسبياً لصنع نافورة. وهذه النافورة شبيهة نوعاً ما بنافورة هيرون الإسكندري الذي ألّف كتاباً مفصلاً عن الميكانيك كان قد اطّلع عليه أبناء موسى.

المصدر: Water Bottle Fountain https://www.youtube.com/watch?v=MQnlSRqScmE





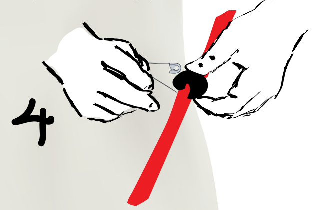
إن لم تكن المصّاصات طويلة بشكل كافٍ ستحتاجون لوصل مصاصتين مع بعضهما البعض لتصلا إلى عمق العبوة. أي ستحتاجون إلى مصاصتين طويلتين، حيث لا بد أن تكون المصّاصة أقصر من عمق الزجاجة بنحو 15 سم.



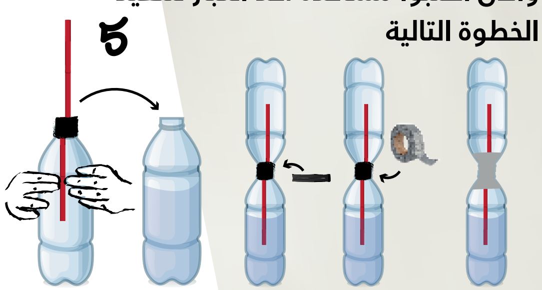
ضعوا المصاصتين الطويلتين بجانب بعضهما البعض، بحيث تتقاطعان بمقدار 3 سم، ثمّ ألصقوهما مع بعضهما جيداً. استخدموا البلاستسين لصنع غطاء عازل يحيط بهما عند نقطة الوصل، بحيث يكون بديلاً عن الغطاء.



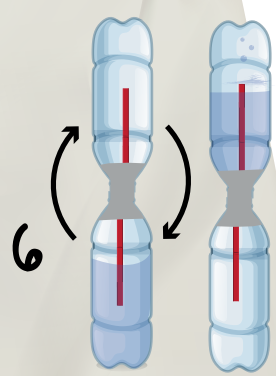
قبل أن تتابعوا العمل أدخلوا العصا الرفيعة داخل كلّ مصّاصة على حدة لتتأكدوا أنّ الماء سيمرّ خلالهما بانسياب من دون عائق.
والآن اطلبوا مساعدة أحد الكبار لتنفيذ الخطوة التالية



استخدموا الدبوس لثقب محيط أحد أطراف كل من المصّاصتين. اثقبوا الطرف القريب من مكان وصل المصاصتين، واجعلوا في كل مصّاصة نحو 8 إلى 10 ثقوب.
ضعوا إحدى المصّاصتين في إحدى العبوتين، وثبتوا البلاستسين جيداً، بحيث يحكم إغلاق العبوة. أضيفوا مزيداً من البلاستسين إن كان هناك داعٍ لذلك.



املؤوا ثلثي العبوة الثانية بالماء، ثمّ اقلبوا العبوة الفارغة وضعوا المصّاصة الثانية في العبوة المملوءة بالماء، بحيث تنضمّ فتحتا الزجاجتين بعضهما إلى بعض. تأكدّوا أنّ البلاستسين يغطي عنقي العبوتين من الخارج ثمّ أضيفوا اللاصق، بحيث يشكل عازلاً لتسرب الماء ودخول الهواء.

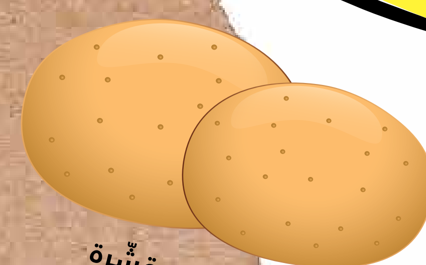


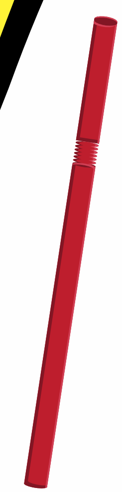
والآن اقلبوا العبوتين؛
فتبدأ النافورة بالعمل!
ها هو سحر الفيزياء يبهرنا
مرة أخرى!

حيلة البطاطا المثقوبة

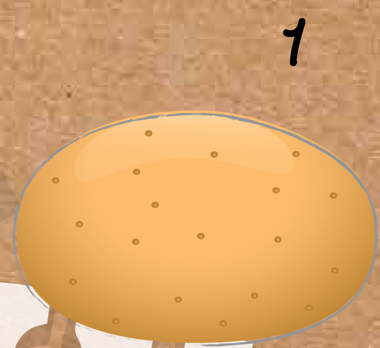
هل تصدقون أنّ بإمكانكم ثقب حبة بطاطا (بطاطس) باستخدام مصّاصة شراب؟ نعم مصّاصة بلاستيكية عادية. قد يصعب تصديق الأمر، فحبة البطاطا قاسية نوعاً ما والمصّاصة ليست على تلك الدرجة من القوة.

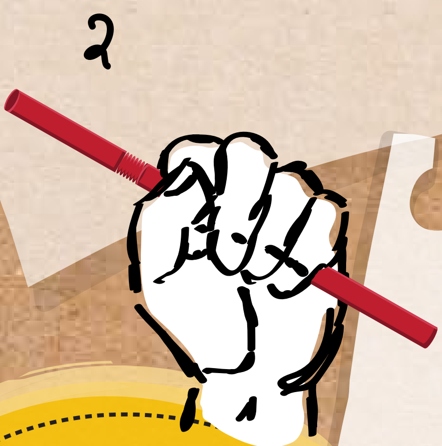
المصدر: Poke a Potato https://www.youtube.com/watch?v=R8wPliVDiw8


حبة بطاطا غير مقشّرة

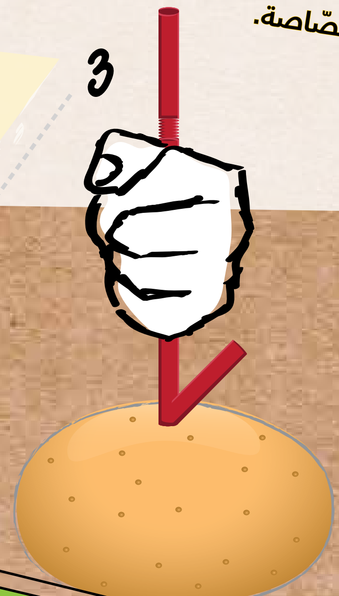

مصّاصة بلاستيكية عادية

حاولوا غسل حبة البطاطا وتقشيرها وطهيها بعد هذه التجربة.من الأفضل ألا تهدروا الطعام.





حسناً، في البداية حاولوا إمساك المصّاصة بيدكم وتصويبها نحو حبة البطاطا، ماذا يحدث؟ بالتأكيد، تنثني المصّاصة.



الآن لنزد رشّة سحر الفيزياء.. أمسكوا المصّاصة بحيث يغطي إبهامكم طرفها العلوي، ثمّ صوّبوها باتجاه حبة البطاطا بسرعة. ماذا يحدث؟ هل نفعت رشّة سحر الفيزياء في تنفيذ الحيلة؟



تغطية أحد الثقوب بالإبهام يمنع الهواء من الدخول إليها من ذلك الطرف، وعند ملامستها سطح حبة البطاطا، فإنّ قوة ضغط الهواء الموجود داخلها هي التي تساعد على ثقبها للبطاطا.

مقياس المعرفة

أكمل الجمل التالية بعبارات صحيحة.

"الإجابات في أسفل الصفحة بالمقلوب"

1



اشتهر بنو موسى في مجالات:

أ. الرياضيات والفلك والميكانيك
ب. التاريخ والجغرافيا والأدب
ج. الطب والصيدلة والكيمياء

2



بعد أن زادت ثروتهم اهتم بنو موسى بـ:

أ. الترجمة والتعريب
ب. الأعمال الإنشائية
ج. الزراعة

3



علم الحيل هو علم:

أ. صناعة الآلات وتشغيلها
ب. صناعة الجرار والأباريق
ج. تركيب الأنابيب

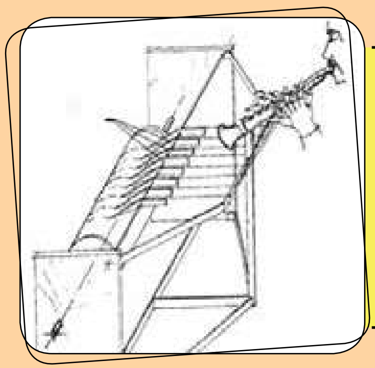
4



من أجهزة بني موسى التي كان هدفها خدمة المجتمع:

أ. السراج المريح والنافورة العجيبة
ب. الحوض السحري والجرّة الصديقة للبيئة
ج. كلّ ما سبق

5



تميّزت آلة بني موسى التي تزمر بنفسها بأنّها:

أ. قديمة
ب. ذات تشغيل ذاتي
ج. خشبية

6



من أجهزة بني موسى التي كان هدفها الفرجة والإبهار:

أ. القمقم المسكون
ب. الثور العطشان
ج. كلّ ما سبق

7



القوة المحركة في بعض آلات بني موسى هي قوة:

أ. دفع يدوية
ب. دفع مائية وهوائية
ج. دفع بخارية

الإجابة 1 أ، 2 أ، 3 أ، 4 ج، 5 ب، 6 ج، 7 ب

قاموس المصطلحات

آليّة عمل Mechanism

البرمجة Programming

البزّال/الصنبور Tap

البكرة Pulley

التحري Investigation

التحقق Verification

الترجمة والتعريب Translation

الترس/المسنّن Gear/Cogwheel

ترشيد الاستهلاك Conservation

تشغيل ذاتي/آلة ذاتيّة التشغيل/تشغيل آلي Automation/Self Operating

الثقل Weight

خدمة مجتمعيّة Service to Society

دولاب ماء Water Wheel

الرافعة Crane

السدّادة Plug/Valve

السلسلة Chain

السيفون Siphon

السيفون المتمركز Bell Siphon

الشكل الإهليليجي Elliptical/Oval

الصمّام Valve

ضغط الهواء Air Pressure

طريقة تشغيل Operating Method

طاقة متجددة Renewable Energy

طاقة نظيفة Clean Energy

علم تطبيقي Applied Science

علم سكون أو توازن السوائل Hydrostatics

العوّامة Float

القوة المحرّكة Driving Force

كأس العدل Bell Siphon

الكرانك/ذراع التدوير وعصا الوصل Crank and Connecting Rod

نظام تحكّم Control System

الهيدروليكي Hydraulic

الأعلام

وفق ترتيب ورودهم في النص:

موسى بن شاكر: منجم وعالم فلك من خراسان كان صديقاً للمأمون. اشتهر أبناؤه محمد وأحمد والحسن من بعده في علوم الرياضيات والفلك والحيل.

المأمون : من أشهر خلفاء العصر العباسي. اهتم بالعلوم وشجّع الحركة العلمية والفكرية في بغداد أثناء توليه الخلافة، وأغدق على العلماء والمترجمين. أنشأ مراصد فلكية وتوسع في عهده بيت الحكمة ببغداد ليصبح مركزاً بحثياً مهمّاً. عاش في القرنين الثامن والتاسع الميلاديين وهو ابن هارون الرشيد.

هارون الرشيد: سبق ابنه المأمون في رعاية العلم والعلماء، وأسس بيت الحكمة ببغداد واهتم بجلب أمهات الكتب والمخطوطات القديمة من مختلف أرجاء العالم المعروف وقتها، وشهرته تزيد على شهرة ابنه. ازدهرت بغداد في عصره كحاضرة للعلم والثقافة والتجارة. عاش في القرن الثامن الميلادي.

شارلمان: أو كارل الكبير بالألمانية وسمّاه العرب "قارله". هو حاكم الفرنجة في القرن التاسع الميلادي، وكان إمبراطور الإمبراطورية الرومانية المقدسة. اهتم بالتعليم وحاول الحد من انتشار الأمية وشجّع التجارة ووضع نظاماً لإعانة الفقراء.

حنين بن إسحق: عالم ومترجم نسطوري أصله من الحيرة. كان يُجيد إضافة إلى العربية، السريانية والفارسية واليونانية. ترجم أعمال جالينوس وأرسطو وغيرهما من اليونانية، وعاصر المأمون.

ثابت بن قرة: اشتهر بمعرفته بعلوم الرياضيات والفلك والهندسة. أصله من حرّان وكان يُجيد اللغات العربية والسريانية. ترجم أعمال أرخميدس وإقليدس وبطليموس وغيرهم إلى العربية، وعاصر حنين بن إسحق.

هيرون الإسكندري: يعرف أيضاً بـ (هيرو). عالم رياضيات إغريقي ألّف ما يزيد على 14 كتاباً. كان يكتب باللّغتين اللاتينية واليونانية. له مؤلفات في الرياضيات والميكانيك والمسح الجغرافي.

قسطا بن لوقا البعلبكي: ولد في مدينة بعلبك فنسب إليها. ترجم كثيراً من الكتب اليونانية إلى العربية ومن ضمنها كتاب هيرون الإسكندري في الميكانيك.

المراجع

تمّ الاعتماد في تطوير هذا الكتاب على المراجع المذكورة أدناه إضافة إلى الأبحاث التي أجرتها مؤسسة ألف اختراع واختراع ومؤسسة العلوم والتكنولوجيا والحضارة. قد يرغب بعض المدرسين والأهل أو الناشئة من ذوي الاهتمام بالاطلاع على تفاصيل أكثر عن بني موسى وعلم الحيل مستعينين بهذه المراجع:

- Banu Musa bin Shakir, *The Book of Ingenious Devices (Kitab al-Hiyal)*, Tranlated and annotated by Donald R. Hill, D.Reidel Publishing Company, Holland/U.S.A./England,1979.
- بنو موسى، أبناء موسى بن شاكر، كتاب الحيل، تحقيق أحمد يوسف الحسن بالتعاون مع محمد علي خياطة ومصطفى تعمري، منشورات معهد التراث العلمي العربي بجامعة حلب، 1981.

- ابن أبي أصيبعة، عيون الأنباء في طبقات الأطباء، صحّحه محمد باسل العيون السود، دار الكتب العلمية، لبنان، 1998.
- ابن خلّكان، وفيّات الأعيان وأنباء أبناء الزمان، تحقيق الدكتور إحسان عبّاس، دار صادر، بيروت، 2013.
- القفطي، إخبار العلماء بأخبار الحكماء، علّق عليه إبراهيم شمس الدين، دار الكتب العلمية، لبنان، 2005.
- www.Muslimheritage.com

ملاحظة: إنّ الدراسات والأبحاث في تاريخ الحضارات هي سيرورة دائمة، وعلى الرغم من الجهود المبذولة في إعداد هذا الكتاب، فإن الناشرين والمدققين مدركون أنّ بعضاً من أجزائه قد تكون خاضعة لبحث مستمر. ويحتوي الكتاب على مجموعة من الرسوم المتخيّلة تحاول تصوير أجزاء من حياة بني موسى قد تكون درجة دقتها متباينة. حاول الناشرون توخي الدقة في رسم أجهزة بني موسى، لكن يد الفنان تدّخلت فيها لتقريب الأشكال والشروح من الفئة العمرية المستهدفة.

الأسماء المعطاة لأجهزة بني موسى في هذا الكتاب هي أسماء وصفية لتقريب المادة من ذهن الناشئة. لم يطلق بنو موسى أسماء على أجهزتهم بل اكتفوا بترقيمها. في ما يلي لائحة بأرقام الأجهزة المعروضة في هذا الكتاب مع ذكر الصفحات التي تظهر فيها بالمرجعين الأساسين المعتمدين (الحسن و هيل):

اسم الجهاز في هذا الكتاب	رقم الجهاز عند بني موسى	صفحة ورود الجهاز في كتاب الحسن	صفحة ورود الجهاز في كتاب هيل
الثور العطشان (ص 48)	6	17	52
المشرب النبيه (ص 46)	7	22	54
الإبريق المزاجي (ص 26)	12	40	64
الجرّة الخارقة (ص 50)	19	66	78
الصفّارة المائية (ص 51)	28	93	95
القمقم المسكون (ص 34)	31	100	99
الجرّة الصديقة للبيئة (ص 30)	32	103	100
الحوض السحري (ص 22)	75	279	192
التمثال المقلّد (ص 47)	86	324	214
النّافورة العجيبة (ص 42)	90	340	222
السراج المريح (ص 38)	97	368	236
الخطّاف الآلي (ص 49)	100	376	242

المؤشر - الفهرست

Photo Credits

SS: Shutterstock
FRONT COVER, 1001 INVENTIONS LTD BY ALI AMR; BACK COVER, SS;
1. ; 3 (LOLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 5 (CTR), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 6-7 (UP), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 8-9 (LO), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 11, 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 12 (LO), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 13 (UP), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 15 (UPRT), Book of Secrets, Leonardo 3; 15 (CTRRT), 1001 Inventions Ltd; 15 (CRTLE), John Rylands Library, University of Manchester; 15 (LORT), 1001 Inventions Ltd; 17 (UP), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 19 (UPLE), SS; 19 (CTRRT), SS; 19 (CTRLE), 1001 Inventions Ltd by Sahar Abdelqader at D-Design; 19 (LOLE), SS; 20 (UPLE), SS; 20 (CTRRT), SS; 20 (LORT), SS; 21 (UPLT), SS; 22 (LO), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 23 (CTLE), SS; 23 (LOLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 24 (CTR), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 24 (LOLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 25 (CTRLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 25 (CTRRT), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 26 (UPLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 26 (CTRRT), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 26 (LORT), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 27 (UPLE), SS; 28 (UPLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 28 (LORT), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 29 (UPLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 29 (CTRRT), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 29 (LOLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 30 (CTLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 32 (CTR), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 32 (LOLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 33 (CTRLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 33 (LOLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 34 (LOLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 35 (LO), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 36 (CTRLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 37 (CRTLO), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 38 (CTRLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 39 (LO), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 40 (UPLE, CTRLE, LOLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 41 (CTR), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 42 (CTRLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr, 43, 44, 45, 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 46 (LORT), 1001 Inventions Ltd by Emma Fitzpartrick and Scott Alexander; 47 (UPLE), 1001 Inventions Ltd by Emma Fitzpartrick and Scott Alexander; 48 (LOLE), 1001 Inventions Ltd by Emma Fitzpartrick and Scott Alexander; 49 (CTRLE), 1001 Inventions Ltd by Emma Fitzpar-trick and Scott Alexander; 49 (LOLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 50 (CTRRT), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 50 (LO), 1001 Inventions Ltd by Emma Fitzpartrick and Scott Alexander; 51 (LOLE), 1001 Inventions Ltd by Emma Fitzpartrick and Scott Alexander; 52 (UPLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 52 (CTRRT), SS; 52 (LORT), SS; 53 (UPLT), SS; 53 (CTRRT), SS; 53 (LOLE), SS; 55, 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 56 (LORT), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 56 (LOLT), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 57, 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 58-73, 1001 Inventions Ltd by Sahar Abdelqader at D-Design; 74 (UPLE, CTRRT, LOLE), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 75 (UPRT, CTRLE, CTRRT), 1001 Inventions Ltd by Ali Amr; 75 (LOLE), SS.



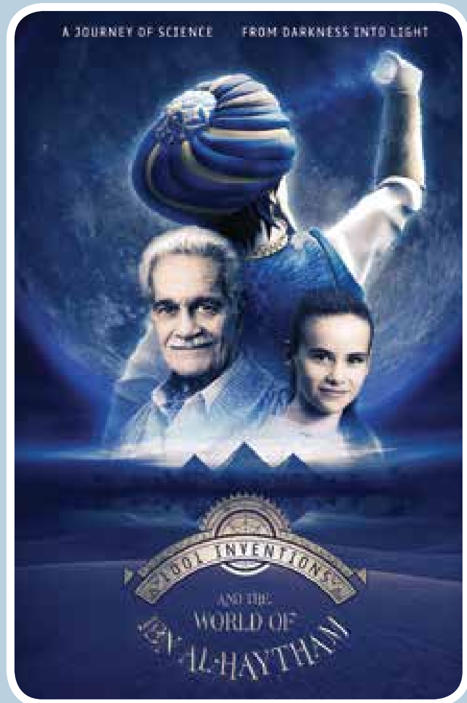
علماء آخرون

اشتُهر كثير من العلماء والمفكرين أمثال بني موسى وكانوا نتاج العصر الذهبي للحضارة الإسلامية، إذ توافر لهم المناخ الملائم للإبداع والابتكار في مجالات متنوعة في: علوم الفلك والرياضيات والميكانيك والكيمياء والطب والصيدلة والجغرافيا والهندسة المعمارية وعلم الاجتماع والعلوم الإنسانية المختلفة، ومن أشهرهم: الحسن بن الهيثم الذي كان له باع كبير في علم البصريات، وسُتيتة المحاملية التي أبدعت في مجال الرياضيات، والجاحظ، الباحث والكاتب الذي بحث في ما نسميه اليوم علم السلوك، وجابر بن حيان والكِندي اللذان اشتهرا بتجاربهما وأبحاثهما في الكيمياء، وأحمد بن ماجد الربّان الذي عُرف عنه مهارته في علوم البحر والملاحة، والبيروني الذي كان عالماً موسوعياً أبدع في علوم عدة، وفاطمة الفهرية التي رعت العلم وبنت مسجداً تعليمياً صار اليوم من أقدم الجامعات في العالم (جامعة القرويين في فاس بالمغرب)، وغيرهم كثيرون كمريم الأسطرلابية وابن سينا والزهراوي وابن خلدون والمقدسي وابن الشاطر والرازي.

ألف اختراع واختراع

مؤسّسة تعليميّة مقرّها المملكة المتحدة البريطانية تسعى إلى إبراز العصر الذهبي للحضارة الإسلامية ومنجزاته، وتُلقي الضوء على مبدعين من علماء ومفكرين وباحثين، لتُلهم اليافعين ليستنيروا من إبداعاتهم ويكونوا رواداً في تحقيق إنجازات وابتكارات بدورهم. وتقوم المؤسسة بذلك عن طريق تطوير وإنتاج أفلام ومعارض وعروض حية وكتب ومواد تعليمية متنوعة.


فيلم الجاحظ وعالم الحيوان



فيلم عالَم ابن الهيثم


فيلم مكتبة الأسرار

اطّلع على تفاصيل أكثر على الرابط: www.1001inventions.com/education



كتاب الجاحظ



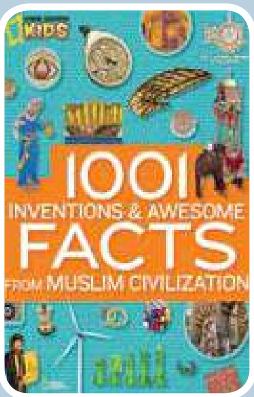
كتاب ابن الهيثم



كتاب الأنشطة



التراث الإسلامي في عالمنا



كتاب الطفل



مواد تعليمية للمدارس

لاستضافة فعاليات
بنو موسى
وعلم الحيل

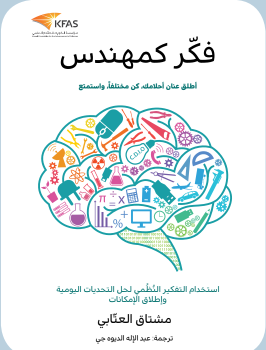
تواصلوا معنا على:
info@1001inventions.com

مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

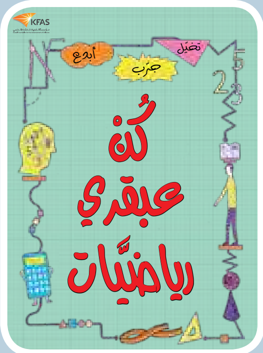
آفاق. إمكانات. تقدم

تقوم مؤسسة الكويت للتقدم العلمي بدعم الثقافة العلمية والتكنولوجيا والبحوث والإبداع والموهبة والتعاون مع القطاع الخاص بهدف إيجاد شراكة حقيقية في التنمية الاقتصادية القائمة على المعرفة.

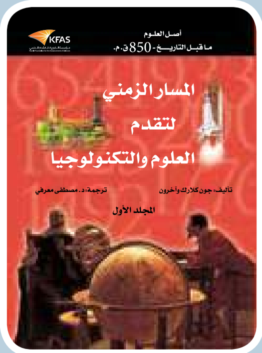
مجلة العلوم oloom.aspdkw.com	مجلة كيف تعمل الأشياء howitworks.aspdkw.com	ASPD www.aspdkw.com	ASPD Digital Library



فكّر كمهندس



كن عبقري رياضيّات



المسار الزمني

للاطّلاع على المزيد زوروا:
www.kfas.org \ shop.aspdkw.com

بنو موسى وعلم الحِيَل

لا بدّ أنّكم تتساءلون عن نوع الحيل التي تحتاج إلى علم خاص بها!

يدعوكم هذا الكتاب إلى التعرّف على بعض أسرار ومبادئ علم الحيل برفقة ثلاثة من أكثر علماء العصر الذهبي للحضارة الإسلامية إبداعاً وابتكاراً: الإخوة بني موسى.

ويعرض الكتاب عدداً من الأجهزة والآلات التي صمّمها بنو موسى في القرن التاسع الميلادي، ويُشرك القارئ في التفكير بكيفيّة صنع تلك الأجهزة وآليّة عملها واستخداماتها، ويعطيه الفرصة للقيام بتجارب عمليّة ممتعة بأسلوب مبسّط يهدف إلى إيقاد شعلة الإبداع والشغف بالعلوم في الناشئة.

www.banumusa.com

RRP $5.00

يتوفر هذا الكتاب بسعر رمزي، حرصاً من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي على نشر المعرفة العلمية للجميع كجزء من مسؤوليتها المجتمعية.

ISBN:978-0-9956135-3-9
9 780995 613539

KFAS

1001 inventions ®

مستوى القراءة: للناشئة والأطفال المتمكنين قرائياً